

## Cobertura do solo proporcionada pelo cultivo consorciado de milho com leguminosas e espécies espontâneas

Antonio Nolla<sup>1</sup>, Ivo Jucksch<sup>2</sup>, Ramon Costa Alvarenga<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Maringá – UEM, Departamento de Agronomia, Campus de Umuarama. Estrada da Paca s/n, CEP.: 87500-000, Bairro São Cristóvão, Umuarama, PR.

<sup>2</sup>Universidade Federal de Viçosa – UFV, Departamento de Solos. Avenida PH Rolfs s/n, CEP.: 36571-000, Centro, Viçosa, MG.

<sup>3</sup>EMBRAPA Milho e Sorgo, Rodovia MG 424, km 65 Zona Rural – Caixa Posta 151, CEP.: 335701-970, Zona Rural, Sete Lagoas, MG.

anolla@uem.br, ivo@ufv.br, ramon@cnpmc.embrapa.br

**Resumo:** Os consórcios entre leguminosas e gramíneas são bastante comuns, proporcionando grande preservação do solo e maiores retornos econômicos ao agricultor. As espécies vegetais que emergem espontaneamente na lavoura, conhecidas pelo seu efeito prejudicial, são fundamentais para a melhoria da cobertura do solo, colaborando para a manutenção da camada superficial do solo e de seus nutrientes. No intuito de estudar a cobertura proporcionada ao solo por sistemas de cultivo, avaliou-se a cobertura proporcionada na consorciação de milho + espontâneas com feijão de porco, feijão bravo do ceará, mucuna preta, lablab e guandu. Na implantação dos tratamentos, incorporaram-se as espécies espontâneas e leguminosas do experimento anterior, semeando-se o milho e as leguminosas aos 64 dias. O milho foi colhido aos 120 dias, e as leguminosas aos 144 dias. O consórcio milho + espontâneas + mucuna-preta foi o que acumulou mais matéria seca e nutrientes. A mucuna-preta e o feijão-de-porco foram as leguminosas que apresentaram as maiores coberturas do solo. Todos os componentes do consórcio exerceram efeitos de cobertura, contribuindo no acúmulo de matéria seca e na reciclagem de nutrientes, e assim, na sustentabilidade do sistema.

**Palavras-chave:** Adubação verde, sustentabilidade, plantas daninhas, *Zea mays*.

### Potential acidity determined by calcium acetate and SMP index in soils with different acidity conditions in no tillage system

**Abstract:** Leguminous intercropped with grasses are so common, providing great soil preservation and larger economic returns to the farmer. The vegetable species that emerge spontaneously in the crop, known by its harmful effect, are fundamental for the soil covering improvement, aiding to the maintenance of soil surface layer and its nutrients. The objective of this work was to evaluate the covering provided by systems of corn plus spontaneous species mixed with five leguminous species (*Mucuna aterrima*, *Canavalia ensiformis*, *Lablab purpureum*, *Canavalia brasiliensis* e *Cajanus cajan*). In the treatments implantation, it was incorporated the spontaneous species and leguminous of the previous experiment, being sowed the corn and leguminous after 64 days. The corn harvest corn was done 120 days after, and the leguminous 144 days after. Corn intercropped with spontaneous species and *Mucuna aterrima* was the treatment the more dry matter and nutrients. *Mucuna aterrima* and *Canavalia ensiformis* were the leguminous that presented the highest soil cover. All the

components of the intercrop was efficient in the soil cover, contributing in the dry matter accumulation and nutrient recycling, and thus, in the partnership sustainability.

**Key words:** Green manure, sustainability, weeds, *Zea mays*.

### Introdução

Práticas conservacionistas que retardem o processo de degradação do solo pela erosão e a perda de nutrientes por lixiviação são consideradas ferramentas fundamentais na organização de um cultivo sustentável, resultando em sistemas de culturas que mantêm o solo coberto durante a maior parte do tempo, acumulando biomassa e reciclando nutrientes (Ceretta *et al.*, 2002; Giacomini *et al.*, 2003). A manutenção de restos culturais no solo contribui na proteção do solo contra os efeitos erosivos (Igue, 1984; Carvalho *et al.*, 2007), além de favorecer a infiltração de água no solo (Hernani *et al.*, 1997; Stone e Silveira, 1999; Balbinot Jr. *et al.*, 2008).

Para a manutenção da cobertura do solo, vem sendo utilizada a consorciação de culturas, que usualmente envolve leguminosas e gramíneas, o que resulta em maior preservação do solo e maiores retornos econômicos ao produtor rural (Nolla, 1999). A leguminosa utilizada como adubo verde serve como fonte de nitrogênio a culturas como o milho, além de aumentar a cobertura do solo, diminuindo os riscos de perdas por erosão (Favero *et al.*, 2001; Faria *et al.*, 2004). Da Ros *et al.* (1996), trabalhando com leguminosas intercalares ao cultivo de milho e trigo, num Latossolo Vermelho em Cruz Alta-RS, observaram que a mucuna-cinza (*Mucuna pruriens*) foi a espécie que promoveu maior cobertura ao solo, com 39, 66, 80, 99 e 100%, aos 25, 38, 45, 62 e 70 dias da emergência, respectivamente, e o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), nas mesmas épocas de avaliação da mucuna, cobriu 25, 50, 73, 86 e 91,25%, respectivamente. O guandu (*Cajanus cajan*) foi a espécie que cobriu de forma menos eficiente o solo, com 15, 28, 39, 66 e 81%, aos 25, 38, 45, 62 e 70 dias da emergência, respectivamente. Dechen *et al.* (1981) avaliaram gramíneas e leguminosas e o efeito de seus restos culturais no controle da erosão em um Latossolo Roxo. Entre as leguminosas estudadas, a mucuna-preta (*Mucuna aterrima*) foi a que maior proteção proporcionou ao solo, seguida pelo lablab (*Lablab purpureum*) e pela *Crotalaria juncea*.

O milho, pela sua arquitetura favorável, pode ser consorciado com o feijão-de-porco, o caupi (*Vigna unguiculata*), a mucuna-anã (*Mucuna deeringiana*), o guandu, o lablab e as mucunas-cinza e preta (Vieira, 1960; Perin *et al.*, 2007). Para Oliveira *et al.* (2003) a produção e características agrônômicas de milho verde não foram reduzidas pela consorciação com

mucuna-preta e feijão-de-porco. A consorciação deve obedecer a critérios técnicos, evitando que a adubação verde venha a competir com a cultura comercial, o que ocasiona redução na produtividade. Dentre as espécies passíveis de serem consorciadas, Alcântara e Bufarah (1988) citam que milho e sorgo podem ser consorciados com leguminosas, como kudzu-tropical (*Pueraria phaseoloides*), lablab, caupi ou mucuna, e Calegari (1995) recomenda o feijão-de-porco e a mucuna-preta em consórcio com a cultura do milho. Recomenda-se efetuar a semeadura dessas leguminosas após o período crítico de concorrência para a cultura do milho, que se verifica até os 45 dias, sendo comumente efetuada na época do florescimento do milho (Nolla, 1999; Balbinot Jr. *et al.*, 2005 e 2008). Desta forma, a ação de abafamento e supressão proporcionada pela leguminosa reduzirá apenas o desenvolvimento das espécies espontâneas presentes, sem comprometer a produtividade da cultura principal.

As espécies vegetais que emergem espontaneamente na lavoura, tidas como "plantas invasoras" ou "plantas daninhas", são conhecidas pelo seu efeito prejudicial às plantas de cultivo comercial, porque competem com estas por luz, água, nutrientes, arejamento e espaço (Favero *et al.*, 2001). Mesmo que possa ocasionar redução na produtividade das culturas cultivadas no mesmo consórcio, as espécies espontâneas são fundamentais para a sustentabilidade do sistema, pois promovem acúmulo de biomassa e reciclagem de nutrientes, além de proporcionar cobertura ao solo, colaborando para a manutenção da camada superficial do solo e de seus nutrientes. Quando as espécies são devidamente consorciadas, a manutenção superficial de restos culturais de um consórcio pode exercer efeito de abafamento e supressão sobre as plantas daninhas (Theisen *et al.*, 2000; Vidal e Trezzi, 2004; Balbinot Jr. *et al.*, 2005; Araújo *et al.*, 2007), o que reduz muito a necessidade de controle químico destas espécies. O acúmulo de restos culturais sobre o solo reduz a emergência e/ou crescimento das plantas espontâneas em função do sombreamento (Radosevich *et al.*, 1997; Araújo *et al.*, 2007), da minimização da temperatura do solo (Severino e Chistoffoleti, 2001), e também devido à liberação de substâncias alelopáticas (Trezzi e Vidal, 2004; Souza *et al.*, 2006). A necessidade de conhecer plantas que favoreçam a manutenção das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo torna importante o estudo de espécies que possam ser usadas em consórcio, proporcionando assim o melhor uso do solo, além de promover aumentos na renda do agricultor. Mesmo que possa ocasionar redução na produtividade das culturas cultivadas na consorciação, as espécies espontâneas são fundamentais para a sustentabilidade do sistema, em função do acúmulo de biomassa e da reciclagem de nutrientes, além de proporcionar cobertura ao solo, colaborando para a manutenção da camada superficial do solo e de seus nutrientes (Nolla, 1999; Favero *et al.*, 2001).

Com base nesse contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o potencial de cobertura proporcionado ao solo por sistemas de consorciação de milho com leguminosas de adubação verde e espécies espontâneas, em um Latossolo Vermelho distrófico típico.

### Material e Métodos

O experimento foi instalado na EMBRAPA Milho e Sorgo Sete Lagoas – MG em um Latossolo Vermelho distrófico típico (19°28' latitude sul e longitude 44°15'08" WGrW), A moderado textura argilosa, fase cerrado subcaducifólio, com relevo suave ondulado, que era cultivado com milho até 1995. De 1995 a 1996 Favero (1998) procedeu à implantação de cinco leguminosas de adubação verde (mucuna-preta, guandu, lablab, feijão-de-porco e feijão-bravo-do-ceará), mantendo uma testemunha só com espontâneas, cultivando o solo por dois anos em um delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições.

Para o presente trabalho, os tratamentos consistiram na consorciação de milho + espontâneas com as mesmas leguminosas anteriormente utilizadas: feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), feijão-bravo-do-ceará (*Canavalia brasiliensis*), mucuna-preta (*Mucuna aterrima*), lablab (*lablab purpureum*) e guandu (*Cajanus cajan*), além da testemunha (milho + espontâneas). As parcelas foram coincidentes com aquelas do experimento de Favero (1998). A Tabela 1 apresenta os resultados das análises químicas e físicas das amostras do solo do experimento, coletadas na fase entre o corte das leguminosas do experimento anterior e a implantação do ensaio atual. As amostras de solo foram coletadas 20 dias antes da instalação do experimento, na profundidade de 0-20 cm, para as análises químicas e físicas. O teor de P foi determinado colorimetricamente, pelo método do ácido ascórbico, modificado por Braga e Defelipo (1974), e o de  $K^+$  por fotometria de emissão de chama. Os teores de  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica. Os teores de  $Al^{3+}$ ,  $H^+ + Al^{3+}$ , pH em água, pH em KCl foram determinados conforme metodologias propostas pela EMBRAPA (1997). O teor de carbono total foi determinado pelo processo de Walkley-Black, descrito por Jackson (1958), com aquecimento.

Incorporaram-se as espécies espontâneas e leguminosas do experimento anterior com uma roçada, utilizando o triton no dia 3 de dezembro de 1997. O preparo do solo foi feito com uma aração (arado de discos) e uma gradagem pesada. O milho (*Zea mays*), variedade Caiano de Sobrália (milho orgânico), foi semeado manualmente em sulcos espaçados de 1,0 m, na densidade de 10 sementes/m, em toda área experimental, no dia 23 de dezembro de 1997. Na ocasião do semeio, foram adicionados 10 kg/ha de  $MgSO_4$  e 25 kg/ha de  $K_2O$ . Após a

emergência do milho, efetuou-se o desbaste, de forma que o estande ficasse com cinco plantas por metro linear. Não foram realizados tratos culturais e adubação de cobertura na cultura do milho.

Tabela 1 - Resultados das análises químicas e físicas de amostras de solo coletadas na fase de implantação do experimento

Atributo	Lab	Muc	Fbc	Fdp	Gua	Tes
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	5,47	5,25	5,74	4,97	5,18	5,21
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,68	0,64	0,80	0,63	0,61	0,68
P (mg dm <sup>-3</sup> )	12,42	9,28	9,14	8,87	6,67	8,15
K <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,09	0,10	0,12	0,08	0,08	0,10
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	6,24	5,99	6,66	5,68	5,87	5,99
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02
H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	4,38	4,72	4,24	4,76	4,78	4,69
V (%)	59	56	61	54	55	56
pH(água)	6,2	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1
pH (KCl)	5,0	5,0	5,2	5,0	4,9	5,0
Argila Dispersa em água (%)	19,23	19,55	17,90	19,57	19,18	18,50
C.O. (g kg <sup>-1</sup> )	23,77	23,30	24,18	23,43	22,87	23,45

Lab = lablab; Muc = mucuna-preta; Fbc = feijão-bravo-do-ceará; Fdp = feijão-de-porco; Gua = guandu; Tes = testemunha. SB = Soma de bases trocáveis. C.O. = carbono orgânico. Al<sup>3+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>: extraídos com KCl 1 mol/L; e P e K extraídos com extrator Mehlich-1.

As leguminosas foram semeadas aos 64 dias após o semeio do milho, manualmente, em sulcos feitos no centro das entrelinhas do milho. A quantidade de sementes de lablab e guandu foi de 50 por metro linear, 20 de feijão-de-porco e 10 de feijão-bravo-do-ceará e mucuna-preta. Após a emergência foi efetuado o desbaste, perfazendo o estande de cinco plantas por metro linear de feijão-de-porco, feijão-bravo-do-ceará e mucuna-preta; sete plantas por metro linear de lablab; e 2 plantas por metro linear de guandu (ocasionado pelo baixo poder germinativo das sementes).

O milho foi colhido aos 120 dias após o semeio, dobrando as plantas e mantendo a parte vegetativa nas parcelas, coletando-se as espigas. Aos 144 dias após a semeadura do milho, as leguminosas foram cortadas na altura do colo, e deixadas sobre o solo.

Avaliou-se a cobertura do solo pelo milho, leguminosas de adubação verde e espécies espontâneas, através do método do número de interseções. Colocou-se aleatoriamente, por quatro vezes em cada parcela, um quadro de madeira de 0,5 m x 0,5 m, contendo uma grade

de barbantes, com espaçamento de 5 cm entre os barbantes, determinando assim 100 pontos. Deste modo, a leitura da cobertura proporcionada ao solo foi obtida diretamente em percentagem.

A cobertura proporcionada ao solo pelas espécies foi avaliada aos 30, 64, 84, 120 e 144 dias após a semeadura do milho, separando-se a cobertura das espontâneas, do milho e das leguminosas. Em razão do semeio aos 64 dias, as leguminosas foram avaliadas aos 84, 120 e 144 dias. O milho não foi avaliado aos 144 dias, porque a colheita ocorreu aos 120 dias. A cobertura proporcionada pelas espécies espontâneas foi avaliada em todas as épocas.

Avaliou-se também a taxa de cobertura (%/dia) das leguminosas de adubação verde entre 64 e 144 dias da semeadura do milho para medir a sua velocidade de crescimento e desenvolvimento dentro do sistema de consorciação.

Para todos os dados, determinou-se a média e o erro-padrão em cada uma das épocas de avaliação e ajustaram-se as equações em função da taxa de cobertura do solo para cada componente (leguminosa, espontânea, milho), em cada consórcio.

### **Resultados e Discussão**

O milho apresentou cobertura de solo semelhante entre os tratamentos, durante todo o seu ciclo (Figura 1), concluindo-se que todas leguminosas apresentaram a mesma competição com o milho por recursos ambientais. Entre os 64 e 84 dias da semeadura, ocorreu a maior cobertura do solo. Aproximando-se do estágio de maturação fisiológica, o milho sofreu decréscimo na cobertura do solo, provocado pelo secamento e pela perda de folhas.

Até os 64 dias, a cobertura das espontâneas não diferiu entre os tratamentos, pois a taxa de cobertura do milho ainda não era máxima; desta forma as condições para o crescimento das espontâneas eram mais favoráveis (Figura 1). Com o crescimento do milho, possivelmente o seu efeito supressor aumentou. Entre os 64 e 84 dias, observou-se manutenção na cobertura das espontâneas, em consequência do sulcamento realizado, inclusive na testemunha, para o semeio das leguminosas (64 dias). Após os 84 dias houve queda no efeito supressor do milho, pela proximidade de sua maturação fisiológica. O crescimento das leguminosas provocou um efeito supressor diferenciado sobre as espontâneas dos consórcios. As espontâneas crescidas com guandu e na testemunha (Figura 1) apresentaram cobertura do solo semelhante durante todas as avaliações. A partir dos 84 dias,

por causa da baixa cobertura do guandu, ocorreu acréscimo na cobertura das espontâneas, que aos 144 dias chegou a 87,75%, próximo aos 89,69% das espontâneas na testemunha.

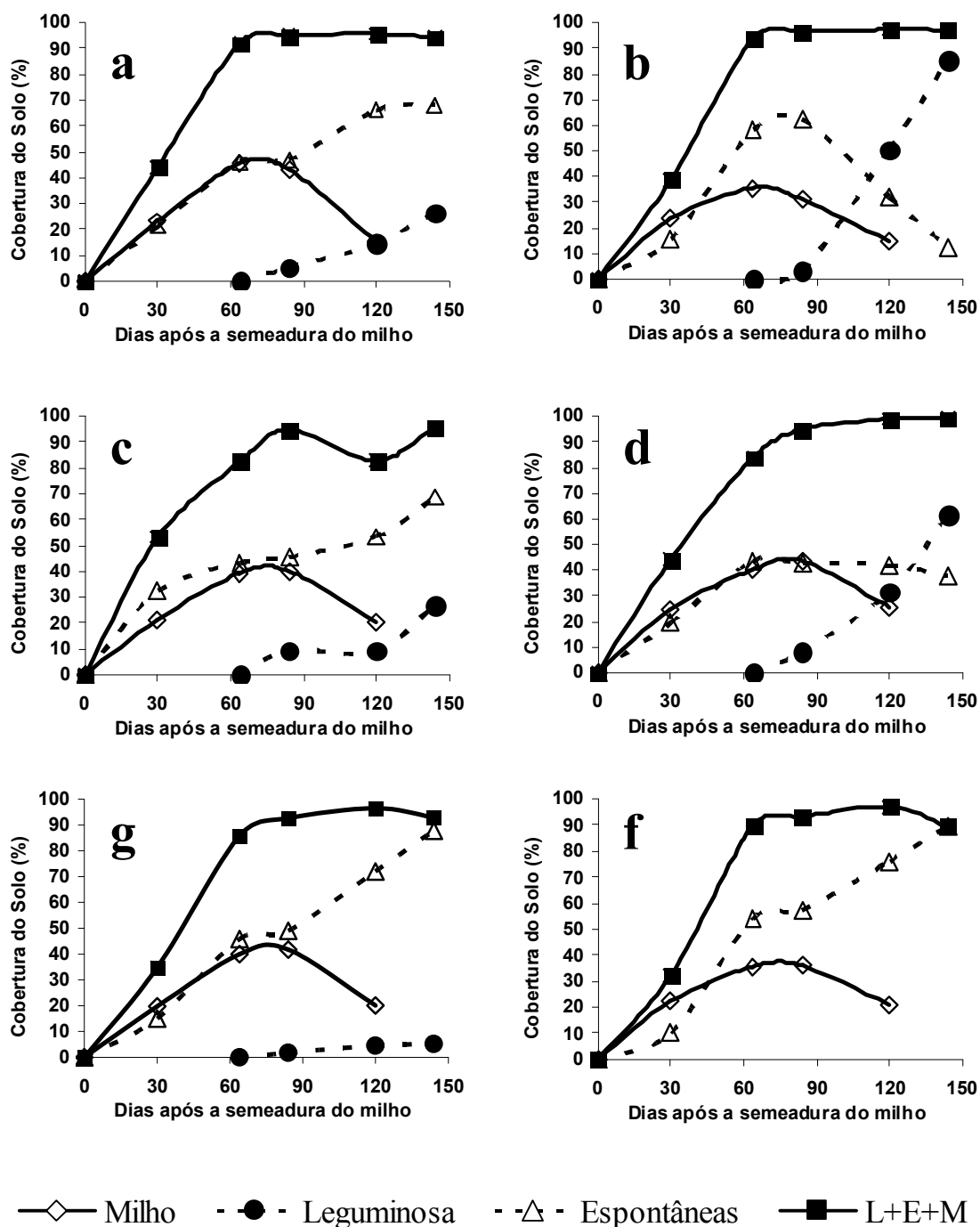


Figura 1. Cobertura do solo proporcionada pelo milho, pelas leguminosas, pelas espontâneas e pelo consórcio leguminosas + espontâneas + milho (L + E + M) nos diversos tratamentos (a- Lablab, b – Mucuna Preta, c – Feijão Bravo do Ceará, d - Feijão de porco, e – Guandu, f – Testemunha), aos 30, 64, 84, 120 e 144 dias após a semeadura do milho.

Comparadas ao consórcio com guandu, as espontâneas dos tratamentos com lablab e feijão-bravo-do-ceará (Figura 1) apresentaram menor cobertura entre os 84 e 144 dias, em virtude do maior efeito supressor do lablab e do feijão-bravo-do-ceará. Aos 144 dias após a semeadura do milho, a cobertura das espontâneas crescidas com lablab e feijão-bravo-do-ceará foi 23,97 e 29,54% inferior à da testemunha, respectivamente.

Houve significativo efeito de abafamento e supressão sobre as espontâneas crescidas com mucuna-preta (Figura 1), tendo esta apresentado, inicialmente, crescimento lento. Após os 84 dias, tornou-se extremamente agressiva, reduzindo de 62,19 para 12,19% a cobertura das espontâneas no período entre 84 e 144 dias após a semeadura do milho. Este grande poder de cobertura da mucuna preta corrobora com os resultados obtidos por Derpsch, (1993), Alvarenga *et al.* (1995), Carvalho *et al.* (1996) e Favero *et al.* (2001) e Perin *et al.* (2007) onde a mucuna cobriu totalmente o terreno, não permitindo o desenvolvimento de espontâneas.

Os efeitos de supressão e abafamento exercidos sobre as espontâneas também ocorreram com o feijão-de-porco, mas com menor intensidade que no consórcio com mucuna-preta. Apesar do aumento na cobertura do feijão-de-porco de 8,38% aos 84 dias para 61,63% aos 144 dias, seu efeito apenas manteve, aproximadamente, no mesmo nível a cobertura das espontâneas entre os 84 e 144 dias após a semeadura do milho. Efeitos semelhantes foram observados por Theisen *et al.* (2000); Vidal e Trezzi (2004) e Balbinot Jr. *et al.*, (2005). Favero *et al.* (2001), avaliando a cobertura de diferentes adubos verdes, classificou o feijão-de-porco como pouco eficiente no abafamento das espontâneas no final de seu ciclo.

A mucuna-preta e o feijão-de-porco, semeados aos 64 dias após a semeadura do milho, apresentaram maior cobertura quando comparados às demais leguminosas. Outros autores destacaram-nas como eficientes na proteção do solo (Favero, 1998; Favero *et al.*, 2001). Alvarenga *et al.* (1995), avaliando o efeito de cobertura de oito adubos verdes, num Argissolo Vermelho-Amarelo, observaram que o feijão-de-porco se destacou pela sua cobertura. A mucuna-preta apresentou elevada velocidade de cobertura a partir dos dez dias da emergência, assemelhando-se ao feijão-de-porco. Carvalho *et al.* (1996) concluíram em seu ensaio que a mucuna-preta cobriu eficientemente o solo, em todas as épocas de desenvolvimento.

A taxa de cobertura (Figura 2), expressa em %/dia, foi de 1,06 e 0,77 na mucuna-preta e no feijão-de-porco, respectivamente. Apesar do desenvolvimento inicial lento (Figura 2), após os 84 dias da semeadura do milho a mucuna-preta exerceu forte ação supressora sobre as espécies espontâneas, ocorrendo, sobretudo, diminuição da cobertura proporcionada



pelo milho quando comparado com os demais tratamentos, porque, pelo seu hábito de desenvolvimento, a leguminosa cobre as folhas de milho. Brandão (1940) afirmou que o desenvolvimento da mucuna-preta é um pouco lento em seu primeiro mês, mas torna-se bastante agressivo no decorrer do ciclo.

Comparados com a mucuna-preta e feijão-de-porco, o lablab e o feijão-bravo-do-ceará cobriram menos o solo. O feijão-bravo-do-ceará, apesar de não aumentar a cobertura do solo entre 84 e 120 dias após a semeadura do milho, apresentou taxa de cobertura 1,24 vez superior à do lablab. Esta superioridade ocorreu por causa do aumento mais intenso na cobertura da leguminosa entre os 120 e 144 dias da semeadura do milho (Figura 2).

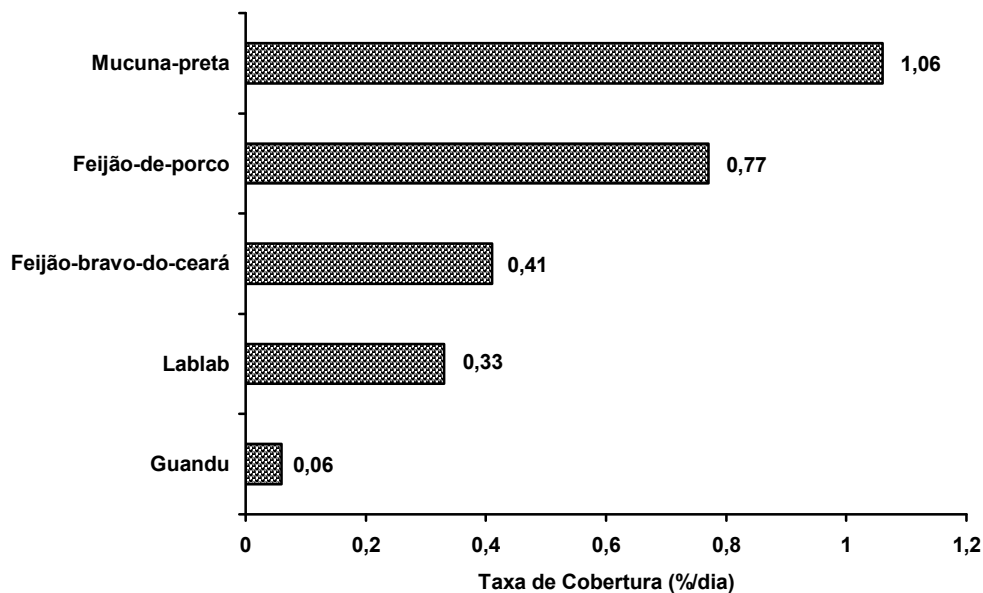


Figura 2 - Taxa de cobertura (%/dia) das diversas leguminosas entre 64 e 144 dias da semeadura do milho.

O guandu apresentou baixa cobertura do solo durante todo período. Comparado com a mucuna-preta, sua taxa de cobertura foi 17,66 vezes menor (Figura 2), o que ocorreu em razão do baixo poder germinativo das sementes, aliado ao hábito de crescimento ereto e ao ciclo mais longo, quando comparado com as demais leguminosas. Comportamento semelhante foi observado por Medeiros e Carvalho (1998), num Regossolo Eutrófico, que verificaram que, além de muito lento, a cobertura máxima do guandu foi de 40% aos 110 dias após a semeadura. Da Ros e Aita (1996), estudando a cobertura proporcionada por cinco leguminosas intercalares ao cultivo de milho e trigo, em Latossolo Vermelho distrófico, concluíram que o guandu apresentou a menor cobertura durante 80 dias de cultivo. Favero *et*

al. (2001), estudando espontâneas e leguminosas para adubação verde, observou que o guandu foi pouco eficiente na cobertura no início do ciclo, mas após seu estabelecimento exerceu ação supressora sobre as espontâneas.

A maior ou menor cobertura do solo pelas leguminosas ocorre devido a muitos fatores, como hábito de crescimento da espécie, arquitetura foliar, densidade de sementeira e agressividade (Seganfredo, 1995). Desta forma, a superioridade quanto à cobertura do solo proporcionada pela mucuna-preta pode estar associada ao hábito de crescimento, à arquitetura foliar, como também à sua agressividade, característica destacável no feijão-de-porco.

Observa-se que a partir dos 64 dias após a sementeira do milho todos os consórcios apresentaram cobertura superior a 80%. Segundo Lopes (1984), a partir de 80% de cobertura, as perdas de solo tornam-se insignificantes. Aos 84 dias os consórcios atingiram cobertura superior a 90%, apresentando pequena variação entre 84 e 144 dias. Apenas o consórcio com feijão-bravo-do-ceará apresentou uma ligeira queda entre os 84 e 120 dias, em função do crescimento inicial lento. Entretanto, com o aumento da cobertura, o consórcio voltou a apresentar cobertura superior a 90% aos 144 dias (Figura 1). A cobertura do solo é o fator que exerce maior influência no controle das perdas de solo e da lixiviação de nutrientes (Debarba, 1993). Deve-se observar que no decorrer do ciclo ocorreu redução na cobertura do milho. Mesmo assim, com o aumento da cobertura das espontâneas e mais tarde das leguminosas, a cobertura do solo é estável em todos os tratamentos e expressiva após os 64 dias. Assim, há grande contribuição para a sustentabilidade do sistema.

### Conclusões

O consórcio milho + espontâneas + mucuna-preta foi o que mais acumulou mais matéria seca e nutrientes.

A mucuna-preta e o feijão-de-porco foram as leguminosas que apresentaram as maiores taxas de coberturas do solo.

Todos os componentes do consórcio exerceram efeitos de cobertura, contribuindo no acúmulo de matéria seca e na reciclagem de nutrientes, e assim, na sustentabilidade.

### Referências

ALCÂNTARA, P. B.; BUFARAH, G. **Plantas forrageiras**: gramíneas e leguminosas. 5. ed. São Paulo: Nobel, 1988. 162 p.

ALVARENGA, R.C., COSTA, L.M., MOURA FILHO, W., REGAZZI, A.J. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.2, p.175-185, 1995.

ARAUJO, J.C.; MOURA, E.G.; AGUIAR, A.C.F.; MENDONÇA, V.C.M. Supressão de plantas daninhas por leguminosas anuais em sistema agroecológico na Pré-Amazônia. **Planta daninha**, v.25, n.2, p.267-275, 2007.

BALBINOT JR., A.A.; FLECK, N.G. Competitividade de dois genótipos de milho (*Zea mays*) com plantas daninhas sob diferentes espaçamentos entre fileiras. **Planta daninha**, v.23, n.3, p. 415-421, 2005.

BALBINOT JR., A.A.; MORAES, A.; PELISSARI, A.; DIECKOW, J.; VEIGA, M. Formas de uso do solo no inverno e sua relação com a infestação de plantas daninhas em milho (*Zea mays*) cultivado em sucessão. **Planta daninha**, v. 26, n.3, p. 569-576, 2008.

BRAGA, J.M., DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solo e material vegetal. **Revista Ceres**, Viçosa-MG, v.21, p.73-85, 1974.

BRANDÃO, S. Adubação Verde. **Revista Ceres**, Viçosa-MG, v.1, p.483-495, 1940.

CALEGARI, A. **Leguminosas para adubação verde de verão no Paraná**. Londrina: Iapar, 1995. 118 p. (Circular, 80).

CARVALHO, A.M., SANTOS, A.R., CORREIA, J.R. Eficiência de cobertura de espécies vegetais utilizadas como adubos verdes em região dos cerrados. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO - SOLO SUELO, 13, 1996, Águas de Lindóia. **Anais**. Águas de Lindóia: Software Gráfico Comércio e Serviços Ltda. 1996. (Cd-rom)

CARVALHO, M. A. C.; SORATTO, R. P.; ALVES, M. C.; ARF, O.; SÁ, M. E. Plantas de cobertura, sucessão de culturas e manejo do solo em feijoeiro. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.4, p. 659-668, 2007.

CERETTA, C. A.; BASSO, C.J.; HERBES, M.G.; POLETTO, N.; SILVEIRA, M.J. Produção e decomposição de plantas invernais de cobertura de solo e milho, sob diferentes manejos da adubação nitrogenada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 49-54, 2002.

DA ROS, C.O., AITA, C. Efeito de espécies de inverno na cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, n.1, p.135-140, 1996.

DA ROS, C.O., AITA, C. Efeito de espécies de inverno na cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Campinas, v.20, p.135-140, 1996.

DEBARBA, L. **Sistemas de produção de milho adaptados à conservação do solo**. 1993, 150p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria, 1993.

DECHEN, S.C.F., LOMBARDI NETO, F., CASTRO, O.M. de Gramíneas e leguminosas e seus restos culturais no controle da erosão em Latossolo Roxo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.5, n.2, p.33-137, 1981.

DERPSCH, R. Sistema de plantio direto em resíduos de adubos verdes em pequenas propriedades no Paraguai - Desenvolvimento e Difusão. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE PLANTIO DIRETO NA PEQUENA PROPRIEDADE, 1, 1993, Ponta Grossa. **Anais**. Ponta Grossa: IAPAR, 1993, p.375-386.

EMBRAPA **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2.ed. Rio de Janeiro:EMBRAPA, 1997, 212p.

FARIA, C. M. B.; SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. S. Adubação verde com leguminosas em videira no submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n.4, p. 641-648, 2004.

FAVERO, C. **Potencial de plantas espontâneas e de leguminosas para adubação verde**. 1998, 93p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas), Universidade Federal de Viçosa, 1998.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n.11, p.1355-1362, 2001.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; VENDRUSCOLO, E. R. O. 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.

HERNANI, L.C.; SALTON, J.C.; FABRÍCIO, A.C.; DEDECEK, R.; ALVES JÚNIOR, A. Perdas por erosão e rendimentos de soja e trigo em diferentes sistemas de preparo de um Latossolo Roxo de Dourados (MS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.21, n.4, p.667-676, 1997.

IGUE, K., ALCOVER, M., DERPSCH, R. **Adubação orgânica**. Londrina: IAPAR, 1984. 33p. (Informe de pesquisa, 59).

JACKSON, M.L. **Soil chemical analysis**. New Jersey: Prentice-Hall, 1958, 498p.

LOPES, P.R.C. **Relações da erosão com tipos e quantidades de resíduos culturais espalhados uniformemente sobre o solo**. 1984, 116p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do rio Grande do Sul, 1984.

MEDEIROS, J. C., CARVALHO, O.S. Avaliação da cobertura vegetal de algumas leguminosas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 12, 1998, Fortaleza. **Resumos Expandidos**. Fortaleza: SBCS, 1998, p.282.

NOLLA, A. **Avaliação do consórcio milho, leguminosas para adubação verde e plantas espontâneas**. 1999, 123 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas), Universidade Federal de Viçosa, 1999.

OLIVEIRA, T. K. de; CARVALHO, G. J. de; MORAES, R. N. de S.; MAGALHÃES JÚNIOR, P. R. Características agronômicas e produção de fitomassa de milho verde em monocultivo e consorciado com leguminosas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 1, p. 223-227, 2003.

PERIN, A.; BERNARDO, J. T.; SANTOS, R. H. S.; FREITAS, G. B. Desempenho agronômico de milho consorciado com feijão-de-porco em duas épocas de cultivo no sistema orgânico de produção. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.3, p. 903-908, 2007.

RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed ecology: implications for management**. 2.ed. New York: Wiley, 1997. 588 p.

SEGANFREDO, M.L. **Sistemas de culturas adaptados à produtividade do milho e à conservação do solo**. 1995, 100p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria, 1995.

SEVERINO, F. J.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Efeitos de quantidades de fitomassa de adubos verdes na supressão de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 19, n. 2, p. 223-228, 2001.

SOUZA, L. S. *et al.* Efeito alelopático de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) sobre o crescimento inicial de sete espécies de plantas cultivadas. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 657-668, 2006.

STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M. da. Efeitos do sistema de preparo na compactação do solo, disponibilidade hídrica e comportamento do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.34, n.1, p.83-91, 1999.

THEISEN, G.; VIDAL, R. A.; FLECK, N. G. Redução da infestação de *Brachiaria plantaginea* em soja pela cobertura do solo com palha de aveia-preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 4, p. 753-756, 2000.

TREZZI, M. M.; VIDAL, R. A. Potencial de utilização de cobertura vegetal de sorgo e milho na supressão de plantas daninhas em condição de campo: II – Efeitos da cobertura morta. **Planta Daninha**, v. 22, n. 1, p. 1-10, 2004.

VIDAL, R. A.; TREZZI, M. M. Potencial da utilização de coberturas vegetais de sorgo e milho na supressão de plantas daninhas em condição de campo: I. Plantas em desenvolvimento vegetativo. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 217-223, 2004.

VIEIRA, C. **Efeito da adubação verde intercalar sobre o rendimento do milho**. Viçosa. 1960, 57p. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, 1960.