

PLANTAS DE COBERTURA E SEUS EFEITOS NA CULTURA EM SUCESSÃO

COVER CROPS AND THEIR EFFECTS ON SUCCESSION CULTURE

Danieli Lazarini de BARROS¹; Plínio Henrique Oliveira GOMIDE²;
Gabriel José de CARVALHO³

1. Professora do Instituto Federal de Roraima, Mestre em Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras, MG, Brasil. danieli.lazarini@gmail.com; 2. Doutorando em Ciência do Solo, UFLA, Lavras, MG, Brasil; 3. Professor, Doutor em Fitotecnia, UFLA, Lavras, MG, Brasil.

RESUMO: As plantas de cobertura podem melhorar as condições físicas, químicas e biológicas do solo, com consequente aumento na produtividade da cultura em sucessão. Objetivou-se com este trabalho avaliar a produtividade de matéria fresca e seca de plantas de cobertura, em dois espaçamentos, a extração de nutrientes, e o potencial destas espécies vegetais, visando o controle da erosão e o fornecimento de nutrientes à cultura em sucessão. O estudo foi conduzido, em duas etapas, no Departamento de Agricultura da UFLA. A primeira etapa, consistiu da semeadura das plantas de cobertura, usando delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial (4 x 2), com três blocos. O primeiro fator constituído de *Canavalia ensiformes* (L.) DC. (feijão-de-porco), *Stizolobium deeringianum* Bort (mucuna-rajada), *Stizolobium aterrimum* Piper et Tracy (mucuna-preta), e *Sorghum bicolor* (L.) Moench (sorgo), e o segundo pelos espaçamentos de 25 e 50 cm. As características avaliadas nesta etapa foram: índice de cobertura, matéria fresca e seca e acúmulo de nutrientes. A espécie *Canavalia ensiformes* apresentou a maior cobertura do solo em menor tempo no espaçamento de 25 cm e as leguminosas proporcionaram maior produção de fitomassa e acúmulo de nutrientes no espaçamento de 50 cm. A segunda etapa foi implantada sob a cobertura vegetal remanescente do cultivo anterior obtida na primeira etapa, com a inclusão do esquema fatorial com tratamento adicional, que foi a parcela com vegetação espontânea. Nesta etapa foram avaliadas: produtividade de espigas empalhadas e despalhadas, produtividade de espigas comerciais despalhadas, porcentagem de espigas comerciais, altura de planta da cultura do milho verde. O milho verde, quando cultivado nas parcelas com palhadas de leguminosas apresentou maior produtividade comparado com a palhada de sorgo.

PALAVRAS-CHAVE: *Canavalia ensiformes* (L.) DC. *Stizolobium deeringianum* Bort. *Stizolobium aterrimum* Piper e Tracy. *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Índice de cobertura. Fitomassa. Milho Verde.

INTRODUÇÃO

Atualmente, no Sul de Minas Gerais configura-se um quadro preocupante, com grandes áreas em processo de degradação, diminuindo a capacidade produtiva dos solos (GOMIDE et al., 2011). Áreas agrícolas anteriormente cultivadas com culturas e que reduziram sua capacidade produtiva, são frequentemente utilizadas para pastagens e, geralmente, sem efetuar práticas de manejo para a conservação do solo. Especialmente, nas pequenas propriedades, este fato gera um grave problema para o agricultor, nas quais uma das maiores limitações é a baixa disponibilidade de área para o cultivo. Por esta razão, há a necessidade de adotar sistemas mais conservacionistas, que possibilitem a manutenção da capacidade produtiva do solo ao longo do tempo, sem causar impactos negativos ao ambiente (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2005).

Neste contexto, o uso de plantas condicionadoras do solo vem sendo adotado nos sistemas agrícolas. Essa prática resulta numa melhor conservação do solo, reduzindo a erosão, propiciando efeitos positivos nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, além de

economia de fertilizantes nitrogenados. Isso porque o uso de plantas de cobertura, principalmente de leguminosas, pode aumentar os níveis de nitrogênio no solo, substituindo parcial ou totalmente, a adubação nitrogenada da cultura em sucessão, uma vez que estes promovem aumento da atividade biológica do solo (HERNANI et al., 1995). A adição regular de resíduos de plantas de cobertura aos solos tropicais, nos quais a matéria orgânica apresenta-se praticamente inativa; contribui para a conservação do solo e da água, promovendo melhoria da estrutura do solo que favorece a aeração e a infiltração de água no solo, possibilita maior penetração do sistema radicular (IGUE, 1984; LAL, 1986).

Portanto, para que ocorra a expansão do uso dessas plantas de cobertura, tanto no sistema de semeadura direta como no sistema convencional de cultivo, há necessidade de novas pesquisas que indiquem a sua correta utilização, de acordo com as características de cada espécie, as diferentes formas de manejo e as condições edafoclimáticas de cada região (AMABILE et al., 1994).

Diante disso, objetivou-se com este trabalho avaliar a produtividade de matéria fresca e seca de

plantas de cobertura, em dois espaçamentos, a extração de nutrientes e o potencial destas espécies vegetais, visando o controle da erosão e o fornecimento de nutrientes à cultura do milho verde.

MATERIAL E MÉTODOS

O município de Lavras, localizado na região Sul de Minas Gerais, situa-se a 21°13'20" de latitude Sul e 44°58'17" de longitude Oeste, a uma altitude de 908 m, onde apresenta classificação climática de Köppen, do tipo Cwa, temperado úmido, com verão quente e inverno seco (BRASIL, 1992), com média anual de precipitação de 1.529,7 mm e 19,4°C de temperatura. O trabalho foi conduzido no campo experimental do Departamento de Agricultura da UFLA, em duas etapas. A primeira no período de setembro de 2008 a janeiro de 2009, e a segunda de janeiro a abril de 2009. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico típico de textura média (EMBRAPA, 2006), cujas características químicas originais na camada de 0 – 20 cm foram: pH = 5,0; P = 2,0 mg dm⁻³; K = 62 mg dm⁻³; Ca = 1,3 cmol_c dm⁻³; Mg = 0,4 cmol_c dm⁻³; S = 39,2 mg dm⁻³; H + Al = 4,0 cmol_c dm⁻³; MO = 1,8 dag kg⁻¹; SB = 1,9 cmol_c dm⁻³; Zn = 0,9 mg dm⁻³; Fe = 167,8 mg dm⁻³; Mn = 28,9 mg dm⁻³; Cu = 0,9 mg dm⁻³; B = 0,2 mg dm⁻³.

A primeira etapa constituiu-se da semeadura das plantas de cobertura. A escolha das espécies foi feita com base em resultados obtidos em Lavras - MG, para a época de semeadura em questão. O delineamento experimental utilizado nesta etapa foi o de blocos casualizados, com três repetições em esquema fatorial (4 x 2). O primeiro fator foi constituído pelas espécies de leguminosas, feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes* (L.) DC.), mucuna-rajada (*Stizolobium deeringianum* Bort.), mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum* Piper e Tracy) e uma gramínea, sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) híbrido Volumax (Agrocere), e o segundo pelos espaçamentos de 25 e 50 cm, perfazendo um total de 8 tratamentos e 24 parcelas.

As parcelas nas quais se utilizou o espaçamento de 50 cm foram constituídas de 8 linhas e, naquelas em que o espaçamento foi de 25 cm, 16 linhas. O comprimento das parcelas em ambos os espaçamentos foi de 5 metros e a largura de 4 m, perfazendo um total de 20 m². Como área útil considerou-se 3 m de comprimento e 8 linhas nas parcelas com espaçamento de 25 cm e 4 nas parcelas com espaçamento de 50 cm, perfazendo uma área útil de 6 m². Na implantação do experimento procedeu-se o preparo convencional da área com uma aração e uma gradagem leve, em

seguida, o sulcamento nos espaçamentos determinados. Segundo a análise química do solo, observou-se a necessidade de calagem, a qual foi calculada pelo método de saturação por bases (CFSEMG, 1999), elevando o valor desta para 60%. Aplicou-se calcário dolomítico com PRNT de 100%, na quantidade de aproximadamente 2 t ha⁻¹.

A semeadura foi realizada manualmente, em setembro de 2008, na densidade de 8 sementes por metro linear para feijão-de-porco, mucuna-preta e mucuna-rajada; e de 26 para o sorgo. Não utilizou nenhuma forma de fertilização e inoculação com *Rhizobium* nas parcelas. Os tratamentos culturais realizados durante o desenvolvimento das plantas de cobertura foram constituídos de controle de formiga saúva (*Atta* spp.), utilizando-se formicida na forma de iscas granuladas e realizadas duas capinas manuais, aos 35 e 60 dias após a semeadura.

As determinações dos índices de cobertura vegetal (IC) do solo foram aos 17, 27 e 39 dias após a semeadura (DAS), utilizando a metodologia descrita por STOCKING (1988), através da utilização de um equipamento com 19 orifícios de 9 mm de diâmetro cada, espaçados 10 cm entre si dispostos em uma régua com 2,0 m de comprimento e de 1,20 m de altura do solo. As leituras foram realizadas de formas aleatórias e diagonais as linhas de plantio, em quatro repetições por parcela, atribuindo valores (0; 0,5 e 1) quanto a visibilidade, ou seja, valor 0 (zero) para o solo descoberto, "0,5" para a vegetação parcialmente coberta pela cultura e "1" para o solo totalmente coberto pela cultura vegetal.

Para avaliação do índice de cobertura vegetal foi utilizada a seguinte equação 1:

$$IC (\%) = \frac{N^{\circ} \text{ de visões de vegetação}}{\text{total de visões}} \times 100 \quad (1)$$

Todas as plantas da área útil da parcela foram cortadas rente ao solo e pesadas 100 dias após o plantio, posteriormente, foram devolvidas as suas respectivas parcelas. Os pesos foram expressos em t ha⁻¹.

Para a determinação da produtividade das plantas de cobertura foi obtido o teor de matéria seca, retirando-se uma amostra de, aproximadamente, 500 g de cada parcela, as quais foram secas em estufas de circulação forçada a 65°C, até estabilização do peso (OLIVEIRA, 2001). Posteriormente, o teor obtido foi multiplicado pela produtividade de fitomassa fresca, para a obtenção da produtividade de matéria seca em t ha⁻¹. As amostras retiradas para avaliação do teor de matéria seca, após a secagem em estufa, foram moídas em moinho tipo Willey e enviadas ao Laboratório de

Análise Foliar do Departamento de Química da UFLA, para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Mn, Zn e Fe da parte aérea das plantas de cobertura (MALAVOLTA et al., 1997).

O acúmulo de macro e micronutrientes foi obtido pelo produto da quantidade de matéria seca pelo teor dos nutrientes da parte aérea das plantas de cobertura (MALAVOLTA et al., 1997). Os valores foram transformados para kg ha⁻¹ (macronutrientes) ou g ha⁻¹ (micronutrientes).

Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de média Scott-Knott, a 5% de probabilidade, pelo programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000). Para confecção das figuras foi utilizado o pacote ggplot2 (WICKHAM, 2009) do programa computacional R (R Development Core Team, 2011).

Em janeiro de 2009, realizou-se o corte das plantas de cobertura. Quatro dias após o corte das plantas de cobertura retirou-se amostras de solos da camada de 0-20 cm de cada parcela, para análises químicas.

Em seguida, sulcou-se manualmente a área, no espaçamento de 90 cm, iniciando a segunda etapa do experimento. Realizou-se a adubação fosfatada e a semeadura do milho verde (híbrido BM 3061). A adubação fosfatada foi de 45 kg ha⁻¹ de P₂O₅, utilizando como fonte o superfosfato simples e a densidade de plantio foi de 8 sementes por metro linear. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial com tratamento adicional, em três repetições. O primeiro fator corresponde às palhadas das espécies das plantas de cobertura (feijão-de-porco, mucuna-rajada, mucuna-preta e sorgo) e o segundo pelos espaçamentos (25 e 50 cm). O tratamento adicional consistiu de uma área com vegetação espontânea. As parcelas foram constituídas por 5 linhas de milho verde com 5 m de comprimento, espaçadas de 90 cm. A área útil de cada parcela totalizou 13,5 m², com três linhas de 5 m de comprimento e 2,7 m de largura.

Quando as plantas de milho verde apresentavam três a quatro folhas totalmente expandidas, realizou desbaste, deixando quatro plantas por metro, o que corresponde a 50.000 plantas ha⁻¹. Quando necessário, realizou capinas manuais com enxada, deixando as parcelas totalmente livre de plantas invasoras. A adubação de cobertura foi realizada com 400 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio, quando as plantas apresentavam de cinco a seis folhas totalmente expandidas.

A altura das plantas foi avaliada aos 81 dias após a semeadura, em seis plantas representativas da área útil de cada parcela, onde a altura foi

determinada pela distância, em metros, do nível do solo até a inserção da folha bandeira (folha localizada no ápice da planta). As espigas foram colhidas aos 90 dias após a semeadura, nas três linhas centrais de cada parcela. O período de colheita no ponto de milho verde foi determinado pelo número decorridos de dias em que, 50% das espigas das duas fileiras externas na parcela, permaneciam com os grãos com 70% a 80% de teor de água, ou seja, período compreendido entre o início do estágio leitoso e início do estágio pastoso dos grãos (EMBRAPA, 2003).

A produtividade das espigas ainda dentro da palha ou espigas empalhadas foi obtida por meio da soma do peso total das espigas com palha na área útil de cada parcela, em todas as colheitas. Os dados foram transformados para kg ha⁻¹. A produtividade de espigas comerciais foi calculada pela soma da pesagem das espigas despalhadas maiores que 15 cm e com diâmetro da base da espiga superior a 3 cm e isentas de pragas e doenças, em todas as colheitas. A porcentagem de espigas comerciais foi obtida pela razão entre o peso de espigas comerciais e o peso total de espigas de cada parcela, multiplicado por 100% (ALBUQUERQUE et al., 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação do índice de cobertura (IC %), verifica-se que houve diferença significativa entre os fatores estudados (p<0,05), em todas as épocas avaliadas (17, 27 e 39 DAS) (Figura 1). O feijão-de-porco e a mucuna-rajada foram as espécies que apresentaram maior porcentagem de recobrimento aos 17 DAS, no espaçamento de 25 cm, o que do ponto de vista no controle da erosão é bastante significativo. No caso da mucuna, isso pode ser atribuído ao seu crescimento rápido e rasteiro o que permitiu que suas folhas e ramos se espalhassem pelo solo, proporcionando maior cobertura (FAVERO et al., 2001).

No espaçamento de 50 cm, embora com índice de cobertura inferior ao apresentado no espaçamento de 25 cm, o feijão-de-porco se destacou entre as demais espécies, corroborando com os resultados obtidos por CASTRO et al. (2011), para esta mesma espécie. Segundo CARVALHO e AMABILE (2006), esta espécie possui crescimento acelerado e amplas folhas cotiledonares, o que favorece a rápida cobertura do solo. Aos 27 e 39 DAS, as leguminosas não diferiram entre si, no espaçamento de 25 cm, no entanto, no espaçamento de 50 cm, a mucuna-rajada apresentou a melhor cobertura do solo.

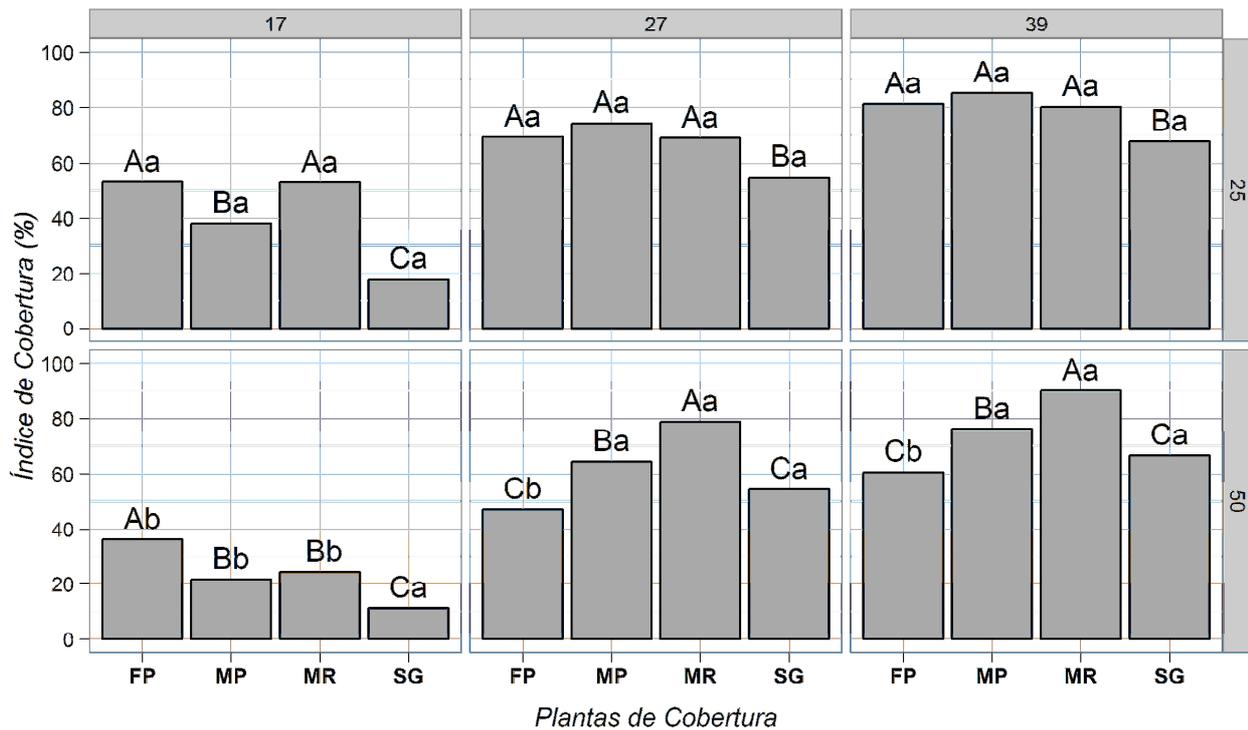


Figura 1. Índices de cobertura do solo aos 17, 27 e 39 dias após a semeadura (DAS) em um Latossolo Vermelho distroférico. Feijão-de-porco (FP), mucuna-preta (MP), mucuna-rajada (MR) e sorgo (SG), em dois espaçamentos (25 e 50 cm), em Lavras, MG. Barras seguidas das mesmas letras maiúsculas comparam as plantas de cobertura dentro de cada nível de espaçamento, as letras minúsculas comparam as plantas de cobertura entre os dias de avaliação. Letras maiúsculas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott- Knott, a 5% de probabilidade.

O feijão-de-porco no espaçamento de 25 cm, aos 17, 27 e 39 DAS, apresentou maior cobertura do solo em relação ao de 50 cm. Esse fato pode estar associado ao hábito de crescimento herbáceo determinado desta espécie. No caso dessa espécie com essas características, diminuir a distância entre as linhas permite adensar as plantas e, conseqüentemente, obter maior porcentagem de cobertura do solo. No entanto, a mucuna-preta e a rajada apresentaram a mesma cobertura do solo quando cultivadas nos espaçamentos de 25 e 50 cm, aos 27 e 39 DAS. Este fato é importante, pois possibilita a economia de 50% da quantidade de sementes.

Por outro lado, o sorgo, na maioria das situações, apresentou o menor índice de cobertura, o que pode ser explicado por suas características morfológicas, apresentando crescimento inicial lento e menor índice de área foliar do que as espécies de leguminosas do presente estudo.

Na avaliação da produtividade de matéria fresca e seca das plantas de cobertura, verificou-se efeitos significativos, na interação dos fatores estudados, para variável matéria fresca (Tabela 1).

Enquanto que, para matéria seca houve significância apenas entre as plantas de cobertura e entre espaçamentos. Na Tabela 1, observa-se que, no espaçamento de 25 cm, a mucuna-preta apresentou a maior produtividade de matéria fresca, enquanto que para o espaçamento de 50 cm, a mucuna-preta a mucuna-rajada e o sorgo não diferiram, apresentando maiores produtividades do que o feijão-de-porco. O baixo rendimento do feijão-de-porco em ambos os espaçamentos foi possivelmente devido ao seu reduzido desenvolvimento inicial em comparação as demais plantas de cobertura, uma vez que esta espécie é de hábito rasteiro.

A produtividade de matéria fresca da mucuna-preta ficou dentro dos limites de 10 a 40 t ha⁻¹, proposto por Calegari (1995), tanto no espaçamento de 25 cm quanto no de 50 cm, mas foi inferior aos resultados encontrados por Fontanetti et al. (2004), os quais encontraram 42,43 t ha⁻¹. Quanto ao feijão-de-porco, a produtividade de matéria fresca observada foi menor que o valor obtido por Fontanetti et al. (2004) de 35,86 t ha⁻¹, além de não se inserir nos limites de produtividade de 14 a 30 t

ha⁻¹, estabelecidos por Calegari (1995), para esta espécie.

Tabela 1. Produtividade de matéria fresca das plantas de cobertura, em dois espaçamentos, em Lavras, MG¹.

Plantas de cobertura	Matéria fresca (t.ha ⁻¹)	
	25	50
cm.....	
Feijão-de-porco	13,14 Ba	12,50 Ba
Mucuna-rajada	15,06 Bb	25,00 Aa
Mucuna-preta	33,14 Aa	30,18 Aa
Sorgo	19,90 Bb	30,80 Aa
CV %	17,51	

Valores seguidos de mesmas letras, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Scott- Knott, a 5% de probabilidade.

Quanto à matéria seca, a mucuna-preta e o sorgo obtiveram maior produtividade independente do espaçamento, sendo de 8,54 e 6,95 t ha⁻¹ respectivamente.

Quanto à influência do espaçamento entre linhas de plantio na produtividade de matéria seca, verificou-se, que quando se utilizou 50 cm, a produtividade foi maior (7,06 t ha⁻¹), enquanto que no espaçamento de 25cm foi de 5,27 t ha⁻¹. Esse resultado corrobora o de Calegari (1995), que recomenda o espaçamento de 50 cm entre linhas para mucuna-preta, feijão-de-porco e mucuna-rajada, para maior produtividade de matéria seca e cobertura do solo.

Amabile et al. (1996), verificaram estabilidade de produção de fitomassa da mucuna-preta em três diferentes épocas de semeadura, em áreas de cerrado do estado de Goiás, e a produtividade de matéria seca foi de 4,8; 5,3 e 4,5 t ha⁻¹, para a semeadura em novembro, janeiro e março, respectivamente. Estes resultados corroboram com os encontrados neste estudo, no qual, a mucuna-preta apresentou uma maior produção de matéria seca independente do espaçamento utilizado sob as demais plantas de cobertura, recobrando mais rapidamente o solo.

Fontanetti et al. (2004); Nascimento e Mattos (2007) verificaram acúmulo de matéria seca de mucuna-preta de 8,50 e 3,90 t ha⁻¹, o que é indicativo de que o desenvolvimento dessa espécie pode apresentar ampla variação, de acordo com as condições edafoclimáticas, locais e anos agrícolas. A produtividade obtida neste estudo pelo sorgo foi menor do que os valores encontrados por Oliveira (2001) de 15,48 t ha⁻¹ e por Meschede et al. (2007) de 11,8 t ha⁻¹.

A produtividade de matéria seca do feijão-de-porco (Figura 3) pode ser considerada baixa na comparação com outros resultados, como os

encontrados por Favero et al. (2000) e Carvalho e Sodré FILHO (2000), que obtiveram produtividade entre 4,93 e 10,17 t ha⁻¹, respectivamente, com semeadura na primavera. No entanto, está próxima das produtividades obtidas em Lavras por Santos e Carvalho (1999), de 3,5 t ha⁻¹ e Oliveira (2001), de 3,43 t ha⁻¹, com semeadura no outono. Salienta-se que a baixa produtividade de matéria seca possivelmente pode ser explicada pelo fato de não terem sido realizadas adubações e inoculação de sementes, no caso das leguminosas. Todavia, a média geral deste estudo foi de 6,16 t ha⁻¹, superior aos 6,0 t ha⁻¹, citados por Darolt (1998), como sendo a quantidade mínima ideal de adição de matéria seca em um sistema de rotação de culturas, para que se mantenha adequada à cobertura do solo.

Em relação ao acúmulo de macro e micronutrientes das plantas de cobertura observa-se que houve interação significativa entre plantas de cobertura e espaçamento para o acúmulo de P e Mn. Para os demais nutrientes, houve efeito significativo entre as plantas de cobertura. Para espaçamento, houve efeito significativo para N, Ca, S, B e Fe.

Na Tabela 2, verifica-se que, quando se cultivaram as plantas de cobertura no espaçamento de 25 cm, não houve diferença no acúmulo de P, uma vez que este elemento encontra-se adsorvido nos colóides do solo, reduzindo sua disponibilidade para a cultura. Já no espaçamento de 50 cm, a mucuna-preta se destacou com o maior acúmulo, seguida de mucuna-rajada. O feijão-de-porco e o sorgo não diferiram entre si e apresentaram o menor acúmulo.

O acúmulo de P da mucuna-preta foi superior ao encontrado por BORKET et al. (2003), cujo valor encontrado foi de (3,4 kg ha⁻¹), no entanto, as espécies avaliadas no presente trabalho apresentaram, em média, 6,8 kg ha⁻¹ de P, o que é considerado baixo para esse elemento.

Tabela 2. Acúmulo de fósforo (P) e manganês (Mn) da parte aérea de diferentes plantas de cobertura em dois espaçamentos (25 e 50 cm), em Lavras, MG¹.

Plantas de Cobertura	P (kg ha ⁻¹)		Mn (g ha ⁻¹)	
	25 cm	50 cm	25 cm	50 cm
Feijão-de-porco	3,66 Aa	2,66 Ca	143,31 Ba	389,41 Ba
Mucuna-rajada	5,33 Ab	8,33 Ba	360,68 Bb	1081,88 Aa
Mucuna-preta	5,33 Ab	11,33Aa	1076,59Aa	1074,12 Aa
Sorgo	3,66 Aa	5,00 Ca	456,05 Ba	401,96 Ba
CV%	28,43		38,00	

¹Valores seguidos das mesmas letras, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

No acúmulo de Mn, no espaçamento de 25 cm, a mucuna-preta apresentou o maior valor, seguida das demais plantas de cobertura que não diferiram entre eles. Já no espaçamento de 50 cm as mucunas apresentaram o maior acúmulo, seguidas do feijão-de-porco e sorgo. Esse resultado foi superior ao encontrado por Oliveira (2001); Duarte Júnior e Coelho, (2008) para mucuna-preta 84,58 e 940 g ha⁻¹, respectivamente.

Analisando os dados da Tabela 3, observa-se que a mucuna-preta apresentou os maiores acúmulos de todos os macronutrientes, sendo igualada pelo sorgo, apenas nos acúmulos de K e Mg. Segundo Borkert et al. (2003), a mucuna-preta, assim como as leguminosas em geral, apresentam elevados teores de N na biomassa, podendo acumular de 66 a 280 kg ha⁻¹ de N, com rendimento de MS entre 1,7 e 8,6 t ha⁻¹. Segundos estes autores, essa espécie também recicla quantidades consideráveis de P e K e acumula maiores quantidades de P por tonelada de MS, quando

comparada a uma espécie de gramínea. Estes resultados corroboram com Tadário et al, (2002) os quais obtiveram maiores acúmulos para esta espécie.

Quanto aos micronutrientes, observa-se pelos dados da Tabela 3, que a mucuna-preta se destacou com maior acúmulo de B, Cu, Zn e Fe, possivelmente, deve-se à maior produtividade de matéria seca encontrada neste trabalho por esta espécie. Além da mucuna-preta, as outras plantas de cobertura também reciclaram valores consideráveis dos macro e micronutrientes, sendo verificado para o N valores médios para este elemento no tratamento com mucuna-rajada e sorgo, valores altos do elemento K e Mg para o sorgo e valores médios para os micronutrientes B, Zn e Fe para mucuna-rajada e sorgo. Estes resultados corroboram com Silva et al, (2006) os quais verificaram que a leguminosa em comparação com a gramínea e o tratamento em pousio, foi o tratamento que mais acumulou macro e micronutriente.

Tabela 3. Acúmulo de macro e micronutrientes da parte aérea do feijão-de-porco, mucuna-rajada, mucuna-preta e sorgo, em Lavras, MG¹.

Plantas de Cobertura	N	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Zn	Fe
	------(kg ha ⁻¹)-----					------(g ha ⁻¹)-----			
Feijão-de-porco	106,1 c	66,0 b	48,1 b	18,3 b	7,5 b	151,1 b	17,8 c	39,9 c	410,7 c
Mucuna-rajada	167,5 b	82,1 b	51,0 b	10,0 b	13,5 b	159,5 b	71,1 b	140,5 b	798,3 b
Mucuna-preta	274,0 a	149,3 a	74,8 a	46,6 a	20,1 a	322,6 a	122,3 a	208,3 a	1161,5a
Sorgo	167,1 b	125,5 a	21,0 c	53,3 a	11,0 b	125,1 b	34,4 c	114,2 b	766,4 b
CV%	25,6	19,0	31,5	36,0	33,3	30,0	29,9	33,5	24,7

¹Valores seguidos das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Pode-se verificar que, no espaçamento de 50 cm, os acúmulos de N, Ca, S, B, Fe foram superiores quando comparados ao de 25 cm (Tabela 4). Estes resultados, possivelmente, são explicados

pelo fato de todas as plantas de cobertura terem apresentado maior produtividade de matéria seca neste espaçamento, consequência da menor competição entre plantas.

Tabela 4. Acúmulo de N, Ca, S, B e Fe por plantas de cobertura em dois espaçamentos, em Lavras, MG¹.

Espaçamento	N	Ca	S	B	Fe
cmKg ha ⁻¹g ha ⁻¹	
25	152,83 b	40,58 b	11,08 b	160,32 b	682,90 b
50	204,58 a	56,91 a	15,00 a	218,93 a	885,64 a
CV (%)	25,6	31,5	33,3	30,0	24,7

¹ Valores seguidos das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Na avaliação da produtividade do milho verde em sucessão as plantas de cobertura, verificou-se que houve diferença significativa na interação do fatorial (plantas de cobertura x espaçamento) e o tratamento adicional (vegetação espontânea) e entre as plantas de cobertura, para produtividade de espigas empalhadas (PEE), produtividade de espigas despalhadas (PED), produtividade de espigas comerciais (PEC),

porcentagem de espigas comerciais (%EC) e altura de plantas (AP).

As parcelas que continham plantas de cobertura apresentaram maiores valores de PEE, PED, PEC, %EC e AP do que a parcela com vegetação espontânea, no cultivo do milho verde em sucessão (Tabela 5). Esse resultado pode ser explicado pela produtividade de matéria orgânica das plantas de cobertura que possuem capacidade de ciclagem de nutrientes ao solo.

Tabela 5. Valores médios da produtividade de espigas empalhadas (PEE), produtividade de espigas despalhadas (PED), produtividade de espigas comerciais despalhadas (PEC), porcentagem de espigas comerciais (% EC), altura de planta em metro (AP) da cultura do milho verde em sucessão as plantas de cobertura e vegetação espontânea¹.

Tratamentos	PEE	PED	PEC	EC	AP
	-----kg ha ⁻¹ -----			%	m
Plantas de Cobertura	13028,93 a	8370,08 a	6649,05 a	76,31 a	1,81 a
Vegetação Espontânea	9181,20 b	5622,73 b	3493,94 b	58,72 b	1,46 b

¹ Valores seguidos das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de F, a 5% de probabilidade.

Os resultados encontrados neste estudo corroboram com os encontrados por Carvalho et al. (2004), no qual as plantas de cobertura proporcionaram maiores produtividades para o milho verde em sucessão as plantas de cobertura em comparação ao tratamento em pousio.

Albuquerque (2005), avaliando diferentes cultivares de milho verde em Lavras e Ijaci, MG, encontrou, em média, 21.292,6 e 13.795,8 kg ha⁻¹ de PEE, respectivamente, valores maiores ao encontrados no presente estudo. Já para PEC, o mesmo autor encontrou, em média, valor maior em Lavras e menor em Ijaci (12.394,5 kg ha⁻¹ e 4.347,6 kg ha⁻¹). Em relação a % EC, o valor encontrado neste trabalho foi superior (76,3%) ao encontrado pelo mesmo autor na cidade de Ijaci (42,1%), possivelmente pelo maior aporte de material orgânico proveniente das plantas de cobertura neste estudo, possibilitando maior porcentagem de espigas comerciais.

As plantas de cobertura são responsáveis pela qualidade e incrementos do teor de matéria orgânica e da atividade biológica do solo. Seu

manejo promove maior disponibilidade de nutrientes aos plantios subsequentes em consequência da fixação biológica do nitrogênio por meio das leguminosas, do aumento de solubilidade de alguns nutrientes como o fósforo ou da absorção deles a partir de camadas mais profundas do solo (CARVALHO; AMABILE, 2006).

Todavia, observa-se, pelos dados da Tabela 6, que as leguminosas propiciaram maiores valores que o sorgo em todos os parâmetros estudados.

Estes resultados, possivelmente, possam ser explicados pelo fato de que as leguminosas, de modo geral, possuem capacidade de fixar N atmosférico em simbiose com *Rhizobium* e possuem baixa relação C/N, o que favorece a rápida decomposição e a liberação desse nutriente para a cultura sucedânea (CERETTA et al., 1994).

Outro aspecto a ser considerado é que as leguminosas, em geral, apresentaram maiores produções de matéria fresca e seca e a adição de material orgânico mediante a adubação verde proporciona modificações gerais nos atributos do solo (DE-POLLI; CHADA, 1989).

Tabela 6. Valores médios da produtividade de espigas empalhadas (PEE), produtividade de espigas despalhadas (PED), produtividade de espigas comerciais despalhadas (PEC), porcentagem de espigas comerciais (% EC) e altura de planta em metro (AP) do milho verde em sucessão ao feijão-de-porco, mucuna-rajada, mucuna-preta e sorgo¹.

Tratamentos	PEE	PED	PEC	EC	AP
	-----kg ha ⁻¹ -----			%	m
Feijão-de-porco	16066,77 a	10155,30 a	8223,48 a	80,40 a	1,81 a
Mucuna-preta	15216,06 a	9818,48 a	7839,85 a	79,67 a	1,93 a
Mucuna-rajada	14604,85 a	9862,57 a	8272,27 a	83,81 a	1,92 a
Sorgo	6228,03 b	3643,93 b	2260,60 b	61,34 b	1,56 b

¹Valores seguidos das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

MURAIISHI et al. (2005), verificaram que quando o milho foi cultivado sob a palhada de sorgo, obtiveram-se menores valores de altura de plantas, corroborando com os resultados do estudo. Segundo dados da EMBRAPA (2003), não se recomenda utilizar o sorgo como cultura antecessora do milho em sistema de rotação.

CONCLUSÕES

O feijão-de-porco apresenta maior cobertura do solo em menor tempo, quando cultivado no espaçamento de 25 cm.

As leguminosas proporcionam maior produtividade de fitomassa e acúmulo de nutrientes no espaçamento de 50 cm.

A mucuna-preta apresenta maior acúmulo de N, Ca, S, B, Cu, Zn e Fe.

As mucunas apresentam o mesmo recobrimento do solo em ambos os espaçamentos.

As leguminosas contribuem para o aumento da produtividade do milho verde.

ABSTRACT: Cover crops can improve the physical, chemical and biological soil, with consequent increase in productivity of the crop in succession. The objective of this work to estimate the productivity of fresh and dry plant cover, in two spaces, nutrient uptake, and the potential of these plant species in order to control erosion and providing nutrients to the crop in succession. The study was conducted in two phases, in the Department of Agriculture UFPA. The first phase consisted of the planting of cover plants, using the experimental design of randomized blocks in factorial scheme (4 x 2), with 3 replications. The first factor consists of *Canavalia ensiformes* (L.) DC. (Pig bean), *Stizolobium deeringianum* Bort (Mucuna-burst), *Stizolobium aterrimum* Piper et Tracy (mucuna-blast) and *Sorghum bicolor* (L.) Moench (sorghum), and the second by spacings of 25 and 50 cm. The characteristics evaluated in this phase were: coverage ratio, fresh and dry matter and nutrient accumulation. The species *Canavalia ensiformes* showed the highest soil cover in less time with spacing of 25 cm and legumes showed greater production of biomass and nutrient accumulation in the spacing of 50 cm. The second phase was implemented under the straw of the culture remaining from the previous first stage, with the inclusion of the factorial with additional treatment, which was the spontaneous vegetation. In this step were evaluated: yield of ears with husk and without husk, husked productivity of commercial ears, percentage of commercial ears, plant height of corn green. After the management of plant cover was sown green corn. The straw of legumes promoted greater productivity of green corn compared with the straw of sorghum.

KEYWORDS: *Canavalia ensiformes* (L.) DC. *Stizolobium deeringianum* Bort. *Stizolobium aterrimum* Piper et Tracy. *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Coverage Ratio. Biomass. Green corn.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, C. J. B. **Desempenho de híbridos de milho verde na região sul de Minas Gerais.** 2005. 56 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- ALBUQUERQUE, C. J. B.; VON PINHO, R. G.; BORGES, I. D.; SOUZA FILHO, A. X. de; FIORINI, I. V. A. Desempenho de híbridos experimentais e comerciais de milho para produção de milho verde. **Ciênc. Agrotec.**, v. 32, n. 3, p. 768-775 Lavras, May/June, 2008.

AMABILE, R. F.; CARVALHO, A. M. de; DUARTE, J. B.; FANCELLI, A. L. Efeito de épocas de semeadura na fisiologia e produtividade de fitomassa de leguminosas nos cerrados da região do Mato Grosso e de Goiás. **Sci. Agríc.**, Piracicaba, v. 53, n. 2/3, p. 296-303, maio/dez. 1996.

AMABILE, R. F.; CORREIA, J. R.; FREITAS, P. L. de; BLANCANEUX, P.; GAMALIEL, J. Efeito do manejo de adubos verdes na produção de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 29, p. 1193-1199, 1994.

BERTONI, J.; LOMBARDI, N. F. Conservação do solo. 4. ed. São Paulo: Ícone, 1999. Conservação do solo. 5. ed. São Paulo: Ícone, 2005.

BORKERT, C. M.; GAUDÊNCIO, C. A.; PEREIRA, J. E.; PEREIRA, L. R.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura de solo. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 143-153, jan. 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normas climatológicas**: (1961-1990). Brasília: Secretaria Nacional de Irrigação; Departamento Nacional de Meteorologia. 1992. 84p.

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

CARVALHO, A. M. de; AMABILE, R. F. Cerrado: adubação verde. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. 369 p.

CARVALHO, A. M. de; SODRÉ FILHO, J. Uso de adubos verdes como cobertura do solo. Planaltina: Embrapa-CPAC, 2000. 20 p. (Boletim de Pesquisa, 11).

CARVALHO, M. A. C.; SORATTO; R. P.; ATHAYDE, M. L. F.; ARF, O.; SÁ, M. E. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 39, n. 1, p. 47-53, jan. 2004.

CASTRO, N. E. A. de; SILVA, M. L. N.; FREITAS, D. A. F. de; CARVALHO, G. J. de; MARQUES, R. M.; GONTIJO NETO, G. F. Plantas de cobertura no controle da erosão hídrica sob chuvas naturais. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 27, n. 5, p. 775-785, Sept./Oct. 2011.

CERETTA, C. A.; AITA, C. O.; BRAIDA, J. A.; PAVINATO, A. O.; SALT, R. L. Fornecimento de nitrogênio por leguminosas na primavera para o milho em sucessão nos sistemas de cultivo mínimo e convencional. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v. 18, p. 215-220, 1994.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação. Viçosa, MG: CFSEMG, 1999. 359 p.

DAROLT, M. R. Princípios para implantação e manutenção do sistema. In: _____. Plantio direto: pequena propriedade sustentável. Londrina: IAPAR, 1998. cap. 2, p. 16-45. (Circular, 101).

DE-POLLI, H.; CHADDA, S. de S. Adubação verde incorporada ou em cobertura na produtividade de milho em solo de baixo potencial de produtividade. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, MG, v. 13, n. 3, p. 287-293, 1989.

DUARTE JÚNIOR, J. B.; COELHO, F. C. Adubos verdes e seus efeitos no rendimento da cana-de-açúcar em sistema de plantio direto. **Brag.**, Campinas, v. 67, n. 3, p. 723-732, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa em Solo. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, p 306, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **O cultivo do milho verde**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 204p. 2003.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M. da. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 36, n. 11, p. 1355-1362, nov. 2001.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; COSTA, L. M.; ALVARENGA, R. C.; NEVES, J. C. L. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, MG, v. 24, n. 1, p. 171-177, jan./mar. 2000.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, 2000, São Carlos. *Anais...* São Carlos: FSCAR: p. 255-258, 2000.

FONTANÉTTI, A.; CARVALHO, G. J. de; MORAIS, A. R. de; ALMEIDA, K. de; DUARTE, W. F. Adubação verde no controle de plantas invasoras nas culturas de alface-americana e de repolho. **Ci. e Agrotec.**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 967-973, set./out. 2004.

GOMIDE, P. H. O.; SILVA, M. L. N.; SOARES, C. R. F. S. Atributos físicos, químicos e biológicos do solo em ambientes de voçorocas no município de Lavras – MG. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, v. 35, p. 567-577, 2011.

HERNANI, L. C.; ENDRES, V. C.; PITOL, C.; SANTON, J. C. **Adubos verdes de outono/inverno no Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa-CPAO, 1995. 93p.

IGUE, K. **Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo**. In: Adubação verde no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, 1984. p. 232-267.

LAL, R. Soil surface management in the tropics for intensive land use and high and sustained production. **Advances in Soil Sciences**, v. 5, p. 1-109, 1986.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MESCHEDE, D. K.; FERREIRA, A. B.; RIBEIRO JÚNIOR, C. C. Avaliação de diferentes coberturas na supressão de plantas daninhas no cerrado. **Plan. Dan.**, Viçosa, MG, v. 25, n. 3, p. 465-471, jul./set. 2007.

MURAIISHI, C. T.; LEAL, A. J. F.; LAZARINI, E.; RODRIGUES, L. R.; GOMES JÚNIOR, F. G. Manejo de espécies vegetais de cobertura de solo e produtividade do milho e da soja em semeadura direta. **Ac. Sci. Agron.**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 199-207, abr./jun. 2005.

NASCIMENTO, A. F.; MATTOS, J. L. S. Produtividade de biomassa e supressão de plantas espontâneas por adubos verdes. **Agroec.**, v. 2, p. 33-38, 2007.

OLIVEIRA, T. K. de. **Plantas de cobertura em cultivo solteiro e consorciado e seus efeitos no feijoeiro e no solo em plantio direto**. 2001. 109 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

OLIVEIRA, T. K.; CARVALHO, G. J. de; MORAES, R. N. S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1079-1087, ago. 2002.

R Development Core Team (2011). R: Uma linguagem e ambiente para computação estatística. Viena, Áustria: R Foundation for Statistical Computing ISBN 3-900051-07-0 <http://www.R-project.org> (acesso em 03/11/2011).

SANTOS, C. T. C.; CARVALHO, G. J. de. Avaliação de leguminosas utilizadas para adubação verde, cultivadas no inverno e no verão sem adubação química na região de Lavras. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFLA, 12., 1999, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA/PRP, 1999. p. 43.

SILVA, E. C. DA, MURAOKA, T; GUIMARÃES; G. L.; BUZETTI; S. Acúmulo de nutrientes em plantas de cobertura e no milho cultivado em sucessão sob diferentes doses de nitrogênio em Plantio direto. **R. Bras. de Milho e Sorgo**, v. 5, n. 2, p. 202-217, 2006.

STOCKING, M. A. Assessing vegetative cover and management effects. In: LAL, R. (Ed.). **Soil erosion: research methods**. 2. ed. Debray Beach, Fla: St. Lucie, 1988. 340 p.

WICKHAM, (2009) *ggplot2: Gráficos Elegantes para Análise de Dados*. Springer. pp 5. ISBN 9780387981406