

AVALIAÇÃO DE ESPÉCIES DE COBERTURAS DO SOLO COM POTENCIAL DE USO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO¹

Luiz Antonio Silva Menezes² e Wilson Mozena Leandro³

ABSTRACT

BIOMASS FROM DIFFERENT GROUND COVER SPECIES WITH POTENTIAL FOR USE IN A NO-TILLAGE SYSTEM

A condition for the application of the no-tillage system in the cerrado is the production of biomass to allow a good covering of the soil. An experiment was carried out in the field, in Oxysoil (Latossolo Vermelho Amarelo), at Goiânia, Goiás, Brazil, to assess biomass yield from eight soil covering species and two crop systems (ten experimental treatments): pig bean (*Canavalia ensiforme*), mucuna rajada (*Stizolobium dierrigianum*), mucuna cinza (*Stizolobium muriens*), milheto (*Pennisetum typhoides*), crotalaria (*Crotalaria juncea*), buckwheat (*Fagopyrum esculentum*), black oats (*Avena strigosa*) and brachiaria grass (*Brachiaria ruziziensis*), and the minimum tillage and no-tillage with the weeds as ground cover. The biomass yield was evaluated 20, 50, 80 and 90 days after the emergence of the plants. After 180 and 300 days, dry biomass of crop residues was weigh. After 80 days, C, N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn and Zn levels were analyzed. The largest yields of total and residual biomass were obtained with Brachiaria and Crotalaria juncea, which extracted of nutrients from the soil better. Buckwheat was found to be the most efficient species to extract N, K, Ca and micronutrients, and millet and brachiaria removed the highest amounts of P from the soil studied.

KEY WORDS: biomass, leguminous, green fertilizer

RESUMO

Uma premissa para aplicação do sistema plantio direto no cerrado é a produção de fitomassa para propiciar uma boa cobertura do solo. Foi instalado um experimento de campo, em Latossolo Vermelho Amarelo, em Goiânia-GO, para avaliar a produção de fitomassa de oito culturas de cobertura e dois sistemas de cultivo (dez tratamentos experimentais): feijão-de-porco (*Canavalia ensiforme*), mucuna rajada (*Stizolobium dierrigianum*), mucuna cinza (*Stizolobium muriens*), milheto (*Pennisetum typhoides*), crotalaria (*Crotalaria juncea*), trigo sarraceno (*Fagopyrum esculentum*), aveia-preta (*Avena strigosa*) e braquiária (*Brachiaria ruziziensis*), e dos sistemas de cultivo mínimo e de plantio direto no mato, tendo as próprias plantas invasoras do local como cobertura. A produção de fitomassa foi avaliada aos 20, 50, 80 e 90 dias após a emergência das plantas. Aos 180 e 300 dias, foi determinada a fitomassa seca dos resíduos. Aos 80 dias, foram analisados os teores de C, N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn nessa fitomassa. As maiores produções de fitomassa total e residual foram obtidas com braquiária e crotalaria, que apresentaram melhor potencial de extração de nutrientes do solo. O trigo sarraceno foi a espécie mais eficiente na extração de N, K, Ca e micronutrientes, sendo as maiores quantidades de P acumuladas em milheto e braquiária.

PALAVRAS-CHAVE: biomassa, leguminosas, adubos verdes.

INTRODUÇÃO

Um dos requisitos para o sucesso do plantio direto é uma adequada cobertura do solo. Tal cobertura evita a ação nociva do impacto da gota da chuva, propicia um controle de ervas daninhas e a aquisição uniforme de matéria orgânica pelo solo. Esses fatores, conjuntamente, atuam melhorando as características químicas, físicas e físico-hídricas. Alvarenga *et al.* (2001) relatam que a camada de

palha sobre o solo é essencial para o sucesso do sistema de plantio direto (SPD). A palhada cria um ambiente favorável às condições físicas, químicas e biológicas do solo, contribuindo para o controle de plantas daninhas, a estabilização da produção e a recuperação ou manutenção da qualidade do solo. Segundo esses autores, o sistema de rotação e sucessão da cultura deve ser adequado para permitir a manutenção de uma cobertura mínima do solo com palha.

1. Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor, apresentada à Universidade Federal de Goiás.

Trabalho recebido em jul./2002 e aceito para publicação em dez./2004 (registro nº 509).

2. Centro Federal de Educação Tecnológica de Rio Verde, C. P. 66, CEP 75901-970, Rio Verde, GO. E-mail: lasmenezes@ibest.com.br

3. Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, C. P. 131, CEP 74.001-970, Goiânia, GO.

Na região do Cerrado, a cobertura eficiente do solo com palhada é um dos fatores que mais limita a adoção do sistema plantio direto, principalmente, pela baixa produção de fitomassa na entressafra e decomposição acelerada dos resíduos. Nessas condições, o uso de espécies com decomposição mais lenta representa uma estratégia para aumentar a eficiência dessa cobertura do solo.

Em geral, as leguminosas são preferidas como adubos verdes pela capacidade de aproveitamento do nitrogênio atmosférico, pelo sistema radicular profundo, elevada produção de biomassa e relação C/N mais baixa, favorável à decomposição (Sabadin 1984). Contudo, plantas de outras famílias podem ser utilizadas com essa finalidade, principalmente, se o objetivo é a manutenção da cobertura do solo, e não a incorporação de resíduos no solo. Segundo Igue (1984), as gramíneas possuem maior volume de raiz, melhorando a porosidade e agregação do solo, além de representar a melhor alternativa na associação com leguminosas comerciais. A relação C/N mais elevada dessa família implica em maior permanência dos resíduos no solo, favorecendo o estabelecimento da cobertura.

Amabile *et al.* (2000) verificaram que, em regiões de Cerrado, os rendimentos de fitomassa variam com o genótipo, a época de semeadura, o tipo de semeadura, as condições edafoclimáticas e as práticas de manejo.

A manutenção de resíduos culturais na superfície do solo, sob SPD, promove condições distintas às propriedades do solo, em relação à sua incorporação nos solos sob aração (Holtz & Sá 1995). Muzilli (1983) cita que as principais mudanças ocorrem no regime de umidade, na temperatura e na distribuição de nutrientes no solo.

Cereta *et al.* (1994) avaliaram, em um experimento de campo desenvolvido em Santa Maria-RS, o fornecimento de nitrogênio por leguminosas, na primavera, para o milho em sucessão nos sistemas de cultivos mínimo e convencional. Esses autores verificaram que as leguminosas cultivadas na primavera disponibilizam N de modo sincronizado à fase de demanda por esse nutriente, pelo milho em sucessão.

O objetivo deste estudo foi avaliar a produção de fitomassa de diferentes espécies de coberturas do solo e a extração de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn, bem como o potencial dessas espécies vegetais em fornecer nutrientes às culturas subsequentes.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em condições de campo, num Latossolo Vermelho-Amarelo, textura média, distrófico, na Fazenda Experimental do Campus II da UFG, no município de Goiânia, localizado na região Sul do Estado de Goiás, (coordenadas geográficas: 16° 40' 22" de latitude sul, 49° 15' 19" a Oeste de Greenwich, altitude média de 730 m). O relevo é caracterizado por ser moderadamente plano a levemente ondulado. O clima enquadra-se em B2 WB 42'. A temperatura média é de 21°C, com máxima de 29°C e mínima de 15°C, umidade relativa anual de 41,5%, precipitação pluvial média anual de 1.487,2 mm e insolação total de 2.645,7 horas (Lobato 1978).

Os tratamentos experimentais, em número de dez, consistiram do cultivo de oito espécies de cobertura mais dois sistemas de cultivos. As espécies de coberturas utilizadas foram: feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*), mucuna rajada (*Stizolobium dierrigianum*), mucuna cinza (*Stizolobium muriens*), milheto (*Pennisetum typhoides*), crotalária (*Crotalaria juncea*), trigo sarraceno (*Fagopyrum esculentrum*), aveia preta (*Avena strigosa*), braquiária (*Brachiaria ruziizensis*). Os sistemas de cultivo foram o cultivo mínimo (com utilização das plantas invasoras do local como cobertura e revolvimento parcial do solo, sem inversão de leiva, por meio de um escarificador de hastes espaçadas de 0,50 m) e o plantio direto, também utilizando as próprias plantas invasoras como cobertura, mas sem revolvimento do solo. O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados, com três repetições.

Na área experimental, foi efetuado o preparo do solo com grade aradora mais duas gradagens niveladoras. Posteriormente, a área foi sulcada. As parcelas foram constituídas de dez linhas da espécie de cobertura, com espaçamento de 0,50 m e comprimento de 5,0 m, totalizando área de 25 m². A área útil das parcelas foi constituída das seis fileiras centrais, desprezando-se 0,50 m nas extremidades de cada linha.

A semeadura das culturas de cobertura foi realizada em 19 de dezembro de 1998, sendo suas plantas dessecadas aos 90 dias após a emergência. As densidades de semeadura empregadas para as diferentes espécies são apresentadas na Tabela 1.

Nos tratamentos plantio direto no mato e cultivo mínimo foram levantadas as principais invasoras

Tabela 1. Densidade de plantio para as espécies de cobertura do solo utilizadas no experimento

Espécies	Densidade (g.m ⁻¹)	Fonte bibliográfica
Feijão-de-porco	7,5	CFSG (1988)
Mucuna rajada	3,0	CFSG (1988)
Mucuna cinza	3,0	CFSG (1988)
Milheto	0,6	Scaléa (1999)
Crotalária júncea	2,5	CFSG (1988)
Trigo sarraceno	2,5	Canécchio Filho & Almeida (1987)
Aveia preta	2,5	Calegari <i>et al.</i> (1993)
Brachiária	0,6	Oliveira <i>et al.</i> (1986)

presentes. As principais espécies identificadas foram: Poia branca (*Richardia brasiliensis*), Betônia Branca (*Hyptis suaveolens*), Malva Branca (*Sida cordifolia*), Flor de Cordeal (*Ipomoea quamoclit*), Corda de Viola (*Ipomea acuminata*), Apaga Fogo (*Alternanthera ficoidea*), Beldroega (*Portulaca oleracea*), Trapoeraba (*Commelina benghalensis*), Erva de Santa Luzia (*Chamaesyce hysopifolia*); Capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*), Capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*).

Aos 20, 50, 80 e 90 dias após a emergência, foram coletadas amostras de matéria seca das espécies de cobertura (1,0 m² por parcela) para avaliação da produção de matéria seca. Aos 90 dias após a emergência, foi realizado a dessecação com o herbicida glyphosate, na dose de 2,5 L.ha⁻¹, com aplicação a baixo volume de 80 L.ha⁻¹, de calda. Aos 180 e 300 dias após a emergência, foram coletadas amostras do resíduo das culturas, retirando-se a biomassa presente em 1,0 m² de cada parcela. Todo o material coletado foi seco à temperatura de 60°C em estufa com circulação forçada de ar e, logo após, foi pesado.

As variáveis tempo de desenvolvimento (20, 50, 80 e 90 dias) e produção de fitomassa foram ajustadas numa equação do tipo logística: $Y = c/[1+a*\exp(-b*X)]$, em que Y é a fitomassa das espécies de cobertura (kg.ha⁻¹), a, b e c são constantes, e X é a época (dias) ajustada de acordo com programa computacional (Ajuste), desenvolvido por Zullo & Arruda (1986).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As equações de regressão entre a produção de fitomassa seca e a época de amostragem, nas diferentes coberturas e sistemas estudados, são

apresentadas na (Figura 1) e, também, os valores ajustados dessa produção aos 20, 50, 80 e 90 dias após a emergência, para todos os tratamentos. A crotalária, a braquiária e o milho, aos 80 dias após germinação, apresentaram as maiores produções de fitomassa, superiores a 8,0 t.ha⁻¹ e, aos 90 dias após a emergência, a crotalária, o milho e o feijão-de-porco apresentaram as maiores produções, sendo superior a 9,0 t.ha⁻¹.

As leguminosas mucuna rajada, mucuna cinza e o sistema de plantio direto no mato, também apresentaram produções finais de fitomassa superiores a 5,0 t.ha⁻¹. Já os tratamentos com aveia preta, trigo sarraceno e com cultivo mínimo apresentaram comportamentos semelhantes, aos 80 e 90 dias, com as menores produções.

A braquiária apresentou um crescimento inicial muito baixo, mas, posteriormente, sua produção de fitomassa superou 12,0 t.ha⁻¹. Carvalho *et al.* (1996), em estudo com cultivo de braquiária em área de vegetação espontânea, obtiveram produções de fitomassa seca variando de 2,15 t.ha⁻¹ a 5,93 t.ha⁻¹, em dois anos de avaliação; produção essa inferior às observadas no presente experimento, aos 180 e 300 dias após a emergência (Tabela 2), que atingiram 6,89 t.ha⁻¹ e 4,99 t.ha⁻¹, respectivamente.

Scivittarro *et al.* (2000) obtiveram, em Piracicaba-SP, a produção de 4,4 t.ha⁻¹ de fitomassa de mucuna em solo com 2,58 dag.kg⁻¹ de N total; 0,17 dag.kg⁻¹ de P; 1,62 dag.kg⁻¹ de K; 1,38 dag.kg⁻¹ Ca; 0,28 dag.kg⁻¹ de Mg; 0,25 dag.kg⁻¹ de S total; 12 mg kg⁻¹ de Cu; 640 mg kg⁻¹ de Fe; 242 mg kg⁻¹ de Mn e 27 mg kg⁻¹ de Zn. Esses resultados são similares aos obtidos por De-Polli & Chada (1989).

A produção de matéria seca do trigo sarraceno foi inferior a 4,0 t.ha⁻¹ e a da aveia, superior a 4,0 t.ha⁻¹. Estas produções foram superiores às obtidas por De-Polli & Chada (1988). Pitol (1986) obteve produção de 3,4 t.ha⁻¹ de matéria seca com a aveia cultivada nos períodos de inverno e seca, na região de Maracajú-MS.

Além da braquiária, destacaram-se a crotalária, o milho e o feijão-de-porco, na produção de fitomassa (aos 90 dias) e em fitomassa seca residual (Tabela 2). Verifica-se que a crotalária, aos 300 dias após a emergência, superou a fitomassa residual da braquiária e do feijão-de-porco.

Ceretta *et al.* (1994), trabalhando com feijão-de-porco, guandu e crotalária no Rio Grande do Sul, verificaram que as diferenças na quantidade de matéria seca produzida pelas espécies não

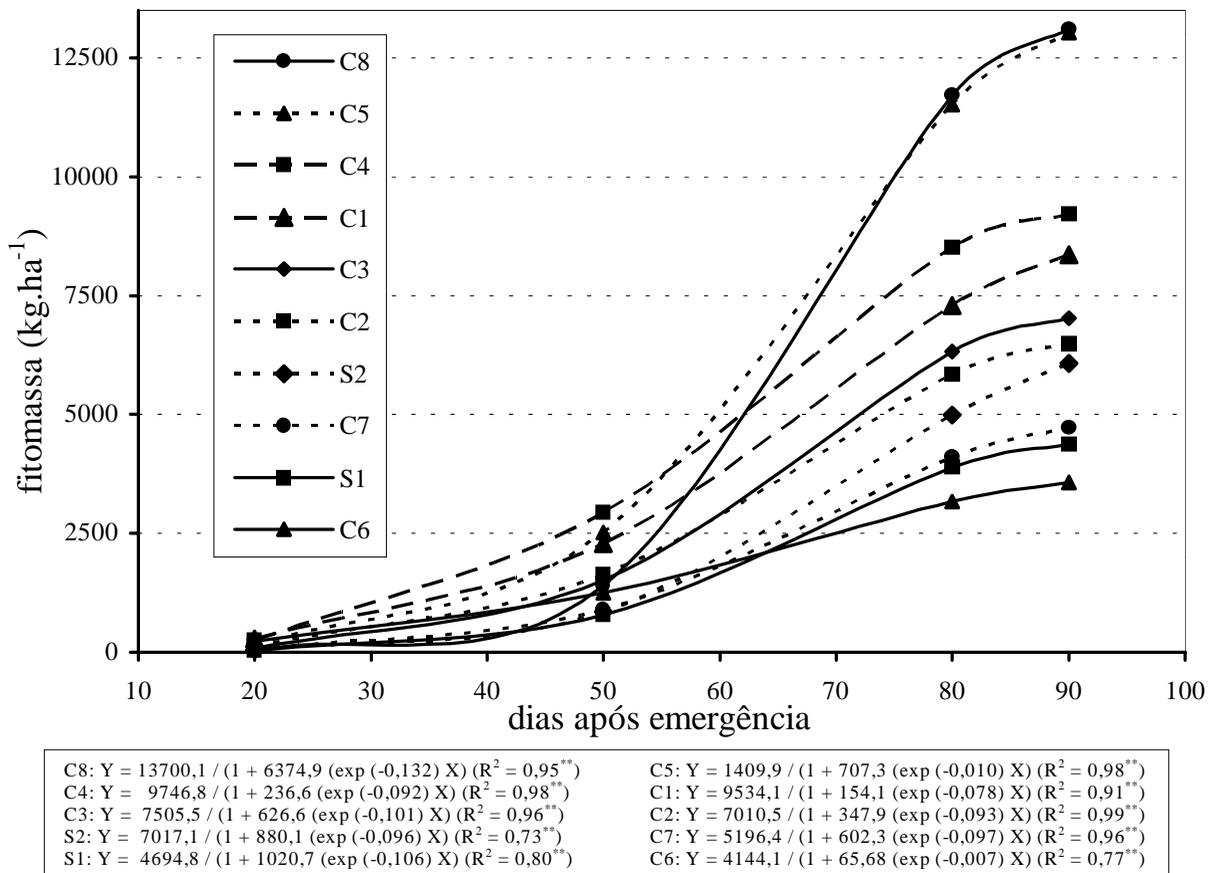


Figura 1. Produção de fitomassa, em kg ha^{-1} , em função do tempo de crescimento (dias após a emergência) das espécies de cobertura e dois sistemas de cultivo (C1 - feijão de porco, C2 - mucuna rajada, C3 - mucuna cinza, C4 - milho, C5 - crotalária juncea, C6 - trigo sarraceno, C7 - aveia preta, C8 - braquiária, S1 - cultivo mínimo e S2 - plantio direto).

excederam 14%, sendo o maior rendimento obtido pelo feijão-de-porco e o menor pela crotalária. Já Bulisani *et al.* (1992), trabalhando com as mesmas espécies, em Santa Catarina, obtiveram maior rendimento de matéria seca da parte aérea em função do cultivo de crotalária. As diferenças no rendimento de matéria seca entre as leguminosas, nos diversos locais, podem estar associadas às condições edafoclimáticas.

As diferenças entre as fitomassas secas aos 90 e 300 dias (Tabela 2) indicam as taxas de decomposição e produção de resíduos (brotações e germinação de sementes). A braquiária foi a espécie que apresentou a maior taxa de decomposição média ($81,79 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$). O trigo sarraceno e o sistema plantio direto no mato apresentaram um incremento na fitomassa seca residual de $5,3 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ e $0,46 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$, respectivamente. A explicação está relacionada ao fato de que tal espécie e sistema de cultivo apresentaram uma menor cobertura do solo, possibilitando a emergência de plantas invasoras, o que proporcionou um aumento de fitomassa residual, ocorrendo assim um incremento na cobertura do solo.

Para otimizar o uso de coberturas vegetais de solo é necessário determinar a quantidade de nutrientes contida na fitomassa, e que será retornada ao solo com a incorporação dos resíduos. Na análise da composição química da fitomassa seca, verifica-se que os coeficientes de variações (CV%) foram altos, principalmente, para Fe, S, Mn, Zn e Ca. Os menores valores de CV foram observados para os teores de Mg e de C. Os maiores valores de relação C/N foram obtidos nas fitomassas de braquiária, aveia preta, crotalária, feijão-de-porco e milho (Tabela 3), todas essas espécies com relações C/N superiores a 30. A relação C/N na fitomassa dos demais tratamentos situaram-se entre 22 e 27.

Primavesi & Primavesi (2000), em estudo de caracterização qualitativa da matéria orgânica de adubos verdes, conduzidos na região de São Carlos-SP, em Latossolo Vermelho Escuro e Latossolo Vermelho Amarelo, verificaram valores de relação C/N entre 20 e 21 para mucuna preta, de 22 a 30 para mucuna cinza, de 23 para a crotalária, de 26 para o milho e de 13 para o feijão-de-porco. Os maiores valores obtidos em crotalária e feijão-de-

Tabela 2. Produção de fitomassa seca total aos 90 dias após a emergência (kg ha⁻¹) e fitomassa seca residual após 180 e 300 dias de germinação, em porcentagem, para diferentes tratamentos – culturas de coberturas e sistemas de cultivo (Goiânia, GO 1998/1999)

Tratamentos ¹	90 dias		Tx_1 ³ (kg.ha ⁻¹ .dia ⁻¹)	180 dias		Tx_2 ³ (kg.ha ⁻¹ .dia ⁻¹)	300 dias	
	kg.ha ⁻¹	% Máx ²		kg ha ⁻¹	% Máx ²		kg ha ⁻¹	% Máx ²
C1	8352,2	63,7	50,3	3818,3	55,3	3,9	3343,3	66,9
C2	6496,4	49,5	39,7	2918,3	42,3	0,3	2877,4	57,5
C3	7027,8	53,6	42,5	3200,0	46,4	1,7	2990,2	59,8
C4	9217,4	70,3	56,9	4091,0	59,3	0,2	4061,6	81,2
C5	13029,8	99,4	81,7	5668,3	82,2	2,8	5327,5	106,6
C6	3576,5	27,2	19,7	1799,3	26,1	-5,3	2435,5	48,7
C7	4721,3	36,0	28,0	2199,3	31,9	3,0	1828,3	36,5
C8	13107,5	100,0	69,0	6893,7	100,0	15,8	4996,5	100,0
S1	4380,3	33,4	16,0	2940,0	42,6	2,9	2590,9	51,8
S2	6073,5	46,3	39,4	2521,6	36,5	-0,4	2576,3	51,5

¹- C1- Feijão de porco, C2 - Mucuna rajada, C3 - Mucuna cinza, C4 - Milheto, C5 - Crotalária juncea, C6 - Trigo sarraceno, C7 - Aveia preta, C8 - Braquiária, S1 - Cultivo mínimo e S2 - Plantio direto no mato.

²- %Máx: produção relativa à maior produtividade de cada época (C8 – Braquiária).

³- Tx_1: taxa de decomposição no período entre 90 e 180 dias; Tx_2: taxa referente ao período de 180 a 300 dias.

porco estiveram relacionados ao estágio de desenvolvimento das culturas. Em determinações mais tardias, os valores de C/N tendem a ser maiores devido à lignificação dos caules (caso da crotalária) e à formação de vagens (caso do feijão-de-porco).

Honeycutt & Potaro (1993) sugerem a utilização de análise bromatológica para caracterizar a matéria orgânica de adubos verdes, principalmente quanto as variáveis C/N, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA),

hemiceluloses (HEMI) e taninos. Primavesi & Primavesi (2000) verificaram que a taxa de degradação do material em campo está relacionada com a taxa de digestibilidade *in vitro*, sendo explicada, em grande parte, pela variabilidade na porcentagem de FDA (teores de celulose e lignina). Os mesmos autores descrevem, entre outras variáveis, os valores de FDA para a aveia preta (41%), crotalária (49%), mucuna cinza (36%), milheto (35%) e feijão-de-porco (32%).

Tabela 3. Médias da relação C/N e dos teores de C, N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn na fitomassa de diferentes tratamentos (Trat), representados por oito espécies de coberturas e dois sistemas de cultivo (Goiânia, GO, 1998/1999)

Trat	C/N	dag kg ⁻¹						mg kg ⁻¹					
		C	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	
C1	34,04	70,48	2,07	0,18	2,18	2,21	0,37	0,06	10,86	673,5	54,52	28,05	
C2	24,05	63,81	2,69	0,17	1,55	3,60	0,37	0,11	13,58	332,00	28,10	27,75	
C3	25,34	64,38	2,67	0,17	1,32	3,38	0,38	0,10	10,59	563,60	43,48	45,48	
C4	30,04	70,48	2,58	0,21	1,06	3,28	0,37	0,12	14,40	462,60	44,70	30,95	
C5	34,48	69,90	2,08	0,17	0,17	3,60	0,42	0,12	10,59	755,70	38,77	49,48	
C6	22,59	64,00	3,07	0,17	3,41	4,28	0,42	0,14	15,08	794,03	53,72	31,17	
C7	41,33	72,00	1,75	0,13	1,87	3,45	0,39	0,09	6,93	544,90	28,68	49,91	
C8	40,76	71,14	1,75	0,23	2,95	4,90	0,35	0,15	8,69	422,90	46,71	27,47	
S2	27,37	63,14	2,31	0,08	2,75	3,78	0,86	0,13	20,37	781,50	39,78	28,77	
S4	25,45	61,52	2,42	0,12	1,90	3,27	0,42	0,25	12,22	803,70	52,77	35,16	
CV (%)	21,15	8,71	20,68	28,07	43,55	40,37	6,57	47,20	19,50	56,10	44,05	42,87	

¹- C1 - Feijão de porco, C2 - Mucuna rajada, C3 - Mucuna cinza, C4 - Milheto, C5 - Crotalária juncea, C6 - Trigo sarraceno, C7 - Aveia preta, C8 - Braquiária, S1 - Cultivo mínimo e S2- Plantio direto no mato.

O trigo sarraceno destacou-se como um material exportador de nutrientes, uma vez que, em média, apresentou as maiores quantidades acumuladas de N, K e Ca em seus tecidos, entre as diferentes espécies de cobertura. O milho e a braquiária foram as espécies que mais removeram fósforo do solo. A aveia preta apresentou, por sua vez, os menores acúmulos de N e P. Isso mostra a diversidade genética das espécies, no que se refere aos seus potenciais de uso nos sistemas agrícolas, qualificando, em função do objetivo proposto, a espécie mais adequada para uso nas diferentes situações de cultivo prevalentes nas lavouras. Cruz (1958) relata que o trigo sarraceno se caracteriza pela habilidade em adquirir o fósforo do solo a partir dos fosfatos minerais insolúveis em água e em ácidos fracos, através de mecanismos que resultam na formação de humo-fosfatos assimiláveis pela cultura.

Segundo Miyasaka (1984), as plantas de cobertura têm a capacidade de extrair elementos menos solúveis e de molilizar nutrientes de camadas de solo mais profundos, em função do alto crescimento do sistema radicular e pelo fato desse sistema, em leguminosas, alcançar grandes profundidades. Por sua vez, Franco & Souto (1984) enfatizam que as leguminosas com sistema radicular profundo aumentam a eficiência de utilização dos adubos, uma vez que trazem às camadas superficiais do solo alguns nutrientes que seriam perdidos por lixiviação, principalmente K, Ca, Mg e NO_3^- .

As espécies vegetais espontâneas, nas áreas de cultivo agrícola, têm sido tratadas como "plantas daninhas", "ervas invasoras", "inços" e outras denominações pejorativas do ponto de vista dos prejuízos que podem acarretar às espécies cultivadas; já que competem com estas por nutrientes, água e luz. No entanto, essas espécies podem promover os mesmos efeitos de cobertura do solo, produção de biomassa e ciclagem dos nutrientes que as espécies introduzidas ou cultivadas para adubação verde (Favero *et al.* 2000). Apesar da produção de fitomassa dos tratamentos S1 e S2 terem sido baixas (inferiores a $5,0 \text{ t.ha}^{-1}$), os teores de N, K, Ca e Mg exemplificam o potencial dessas espécies em fornecer nutrientes às culturas subsequentes.

Os resultados da Tabela 3 mostram ainda comportamentos semelhantes entre as espécies de mucuna (cinza e rajada), para os teores dos nutrientes avaliados na parte aérea. Esses teores estão de acordo com aqueles determinados em outras leguminosas utilizadas como adubos verdes. Carvalho *et al.* (2000) compararam os teores de nutrientes

avaliados na parte aérea das mucunas e de *Brachiaria ruziziensis*, incorporados em pré-plantio de milho, e mostram valores mais baixos de N ($1,28 \text{ dag.kg}^{-1}$), P ($0,09 \text{ dag.kg}^{-1}$), Ca ($0,43 \text{ dag.kg}^{-1}$) e Mg ($0,15 \text{ dag.kg}^{-1}$) para a braquiária, ressaltando a importância do uso de leguminosas em sucessão ou associação com gramíneas, principalmente, pelo seu fornecimento de nitrogênio através da fixação simbiótica. O uso sucessivo de gramíneas nos sistemas de produção resulta, ainda, em competição por nitrogênio pelas plantas durante o processo de mineralização da matéria orgânica.

Paula *et al.* (1997), avaliando o uso de leguminosas no fornecimento de fitomassa, N, P e S, em pastagem degradada, verificaram superioridade do guandu e da associação milho + guandu + mucuna preta, na produção de matéria seca, em comparação aos demais tratamentos. Os mesmos autores, comparando a crotalária e o guandu, observaram que o rendimento deste foi 100% superior ao da crotalária. O rendimento de matéria seca da parte aérea das leguminosas constituiu-se, portanto, numa importante variável para a avaliação da adaptação dessas espécies às condições de solo e clima testadas.

Em relação aos micronutrientes (Tabela 3), destacaram-se as coberturas com espécies espontâneas, no sistema de cultivo mínimo, assim como o trigo sarraceno e o milho, como extratoras de Cu; as espécies espontâneas, nos sistemas de plantio direto no mato e de cultivo mínimo, crotalária juncea e trigo sarraceno, como extratoras de Fe; feijão-de-porco, trigo sarraceno e espécies espontâneas em plantio direto, como extratoras de Mn; e mucuna cinza, crotalaria juncea e aveia preta, como extratoras de Zn. Enfim, os resultados obtidos mostram variações no comportamento nutricional das espécies, sugerindo seus potenciais diferenciados na reciclagem de nutrientes em solo e na produção de fitomassa.

CONCLUSÕES

1. As maiores produções de fitomassa total e residual são obtidas com braquiária e crotalária juncea.
2. As espécies vegetais de cobertura e os sistemas de cultivo impoem potenciais diferenciados à extração de nutrientes do solo, sendo notado maior extração de N, K e Ca e de micronutrientes pelo trigo sarraceno, e de P, pelo milho e braquiária.

REFERÊNCIAS

- Alvarenga, R. C., W. A. Cabezas, J. C. Cruz & D. P. Santana. 2001. Plantas de coberturas de solo para sistema plantio direto. Informe agropecuário, 22 (208): 25-36.
- Amabile, R. F., A. L. Fancelli & A. M. de Carvalho. 2000. Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos Cerrados. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 35(1): 47-54.
- Bulisan, A., M. B. B. da Costa, S. Miyasaka, A. Calegari, L. P. Wilder, T. J. C. Amado & A. Mondardo. 1992. Adubação verde nos Estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. p. 57-206. In M. B. B. da Costa (Coord.). Adubação verde no Sul do Brasil. AS-PTA, Rio de Janeiro. 400 p.
- Calegari, A. A. Mondardo, E. A. Bulisan, M. B. B. da Costa, S. Miyasaka & P. J. C. Amado. 1993. Aspectos gerais de adubação verde. p. 1-55. In M. B. B. da Costa (Coord.). Adubação verde no sul do Brasil. AS - PTA. Rio de Janeiro. 346 p.
- Canécchio Filho, V. & T. de Almeida. 1987. O Sarraceno. p. 280-285. In T. de Campos. V. Canécchio Filho (Autores) Principais culturas. V. II. 2.ed. Campinas, IAC. 400 p.
- Carvalho, A. M. de., M. L. Burle, J. Pereira & M. A. da Silva. 2000. Manejo dos adubos verdes no cerrado. Embrapa-CPAC, Planaltina. 28 p. (Circular Técnica 4).
- Carvalho, A. M. de., R. A. dos Santos, J. R. Correia & L. J. Vitaldi. 1996. Eficiência de cobertura de espécies vegetais utilizadas como adubos verdes em regiões dos cerrados. In Congresso Latino Americano de Ciências do Solo, 13. Águas de Lindóia, São Paulo, CD-Rom. Anais.
- Cereta, C. A., C. Aita, J. A. Braidá, A. Pavinato & R. L. Salet. 1994. Fornecimento de nitrogênio por leguminosas na primavera para o milho em sucessão por sistemas de cultivo mínimo e convenc. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 18 (2): 215-220.
- CFSG. Comissão de Fertilidade de Solos de Goiás. 1988. Recomendações de corretivos e fertilizantes para Goiás. 5ª aproximação. UFG/Emgopa, Goiânia. 101 p.
- Cruz, A. L. 1958. Adubação Verde. SAI, Rio de Janeiro. 42 p.
- De-Polli, H. & S. S. Chada. 1989. Adubação verde incorporada ou em cobertura na produção de milho em solos de baixo potencial de produtividade. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 13 (2): 287-293.
- Favero, C., I. Jucksch, L. M. Costa, R. C. Alvarenga & J. C. L. Neves. 2000. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubo verde. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 24 (1): 171-177.
- Franco, A. A. & S. M. Souto. 1984. Contribuição da fixação biológica de N₂ na adubação verde. p. 199-215. In CNPq (Coord.). Adubação verde no Brasil. Fundação Cargill, Campinas / Encontro nacional sobre adubação verde, 1. CNPq, Rio de Janeiro. 1983. 363 p.
- Honeycutt, C. W. & L. J. Potaro. 1993. Residue quality, loading rate and soil temperature relations with hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) residue carbon, nitrogen and phosphorus mineralization. Biological Agriculture & Horticulture, 9 (1): 181-199.
- Igue, K. 1984. Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo. p. 232-267. In CNPq (Coord.). Adubação verde no Brasil. Fundação Cargill, Campinas/ Encontro nacional sobre adubação verde, 1. CNPq, Rio de Janeiro. 1983. 363 p.
- Lobato, O. J. S. M. 1978. Disponibilidade e fórmula climatológica do Município de Goiânia e Municípios Limites. Manual da Escola de Agronomia e Veterinária. Universidade Federal de Goiás. Goiânia. 2 (1): 76.
- Muzilli, O. 1983. Influência do sistema plantio direto, comparado ao convencional sobre a fertilidade da camada arável do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 7 (1): 95-102.
- Miyasaka, S. 1984. Históricos de usos de adubação verde, leguminosas viáveis e suas características. p. 64-123. In CNPq (Coord.). Adubação verde no Brasil. Fundação Cargill, Campinas / Encontro nacional sobre adubação verde, 1. CNPq, Rio de Janeiro. 1983. 363 p.
- Oliveira, I. P. de, J. Kluthcouski, L. P. Yokoyama, L. G. Dutra, T. de A. Portes, A. E. da Silva, B. da S. Pinheiro, E. Ferreira & E. da M. de Castro. 1986. Sistema barreira: recuperação/renovação de pastagens degradadas em consórcio com culturas anuais. Embrapa-CNPAP, Goiânia. 90 p. (Documentos 64).
- Paula, M. B., A. E. Furtini Netto, H. A. Mesquita & F. A. Alcântara. 1997. Uso de leguminosas no fornecimento de fitomassa, N, P, e S, em pastagem degradada. In Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 26. Rio de Janeiro, CD-Rom. Anais.
- Pitol, C. 1986. A cultura de aveia e sua importância para o MS. Cotrijui, Maracajú. 35 p. (Boletim Técnico 1).
- Primavesi, O. & A. C. Primavesi. 2000. Caracterização qualitativa da matéria orgânica de adubos verdes conduzidos sobre Latossolos, na região de São Carlos. In Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 26. Ilhéus, CD-Rom. Anais.

Sabadin, H. C. 1984. Adubação verde. Lavoura Arrozeira, 37(354): 19-26.

Scaléa, M. 1999. A cultura do milheto e seu uso no plantio direto no cerrado. p. 75-82. In A. L. Farias Neto, R. F. Amabile, D. A. Martins Netto, T. Yamashita & H. Gocho (Ed.). Workshop Internacional de Milheto. Embrapa Cerrados, Planaltina. 218 p. Anais.

Scivittarro, W. B., T. Muraoka, A. E. Boaretto & P. C. O. Trivelin. 2000. Utilização de nitrogênio de adubos verde e mineral pelo milho. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 24 (4): 917-926.

Zullo J. R. & F. B. Arruda. 1986. Programa computacional para ajuste de equação em dados experimentais. IAC, Campinas. 23 p. (Boletim Técnico 113).