

## PRODUÇÃO DE FITOMASSA E DECOMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS CULTURAIS DE PLANTAS DE COBERTURAS NO CULTIVO DA SOJA EM SUCESSÃO<sup>1</sup>

JOSÉ LUIZ RODRIGUES TORRES<sup>2\*</sup>, MAYCON GABRIEL DE SOUZA SILVA<sup>3</sup>, MATHEUS DE ANDRADE CUNHA<sup>3</sup>, DANIELA XENOFONTE PEREIRA VALLE<sup>3</sup>, MARCOS GERVASIO PEREIRA<sup>4</sup>

**RESUMO** - As espécies vegetais utilizadas como cobertura do solo antecedendo o cultivo das culturas comerciais no Cerrado devem estar adaptadas às condições de clima e solo da região, para que possam ter elevada produtividade de fitomassa e compensar as altas taxas de decomposição que ocorrem nestas regiões. Neste estudo objetivou-se avaliar a produção de fitomassa e a taxa de decomposição dos resíduos de diferentes coberturas de solo antecedendo o cultivo da soja, em Uberaba-MG, Brasil. O experimento de campo foi conduzido na safra agrícola 2011/12 no delineamento de blocos casualizados, com tratamentos compostos pelas seguintes coberturas: feijão de porco, milheto, crotalária juncea e braquiária. Avaliou-se a produção de fitomassa seca em áreas de 2 m<sup>2</sup> por parcela, a taxa de decomposição através das sacolas de decomposição, a produtividade, número de vagens por planta e massa de 100 grãos da soja. Milheto foi a planta de cobertura que apresentou maior produção de fitomassa seca (5,22 Mg ha<sup>-1</sup>) no período avaliado. A decomposição dos resíduos vegetais ocorreu de forma acelerada até completar 120 dias e depois de forma lenta até 240 dias; crotalaria e feijão de porco foram as coberturas para as quais se observaram as maiores taxas de decomposição e os menores tempos de meia vida; a produtividade da soja não foi influenciada pelas coberturas do solo.

**Palavras-chave:** Cerrado. Gramíneas e leguminosas. Tempo de meia vida.

## BIOMASS PRODUCTION AND DECOMPOSITION OF CULTURAL RESIDUE FROM COVER CROPS IN THE FOLLOWING SOYBEAN CROP

**ABSTRACT** - The plant species used as ground cover preceding the commercial crops cultivation in the Cerrado must be adapted to the climate and soil of the region, so they have high biomass productivity and offset the decomposition high rates that occurs in these regions. This study aimed to evaluate the biomass yield and the decomposition rate of residues of different cover crops preceding soybean cultivation in Uberaba-MG, Brazil. The experiment was conducted in 2011/12 period in a randomized complete block design in plots with 2 m<sup>2</sup> with treatments comprise the following covers: jack bean, millet, sunn hemp and brachiaria. It was evaluated: the dry biomass yield, the decomposition rate through of the bags decomposition, productivity, number of beans per plant, and mass of 100 soybean grains. The millet was the plant cover that showed the highest yield of dry biomass (5.22 Mg ha<sup>-1</sup>) during the study period. The decomposition of crop residues occurred at accelerated rate until to complete 120 days and after that the rate slowly up until 240 days. Sunn hemp and jack bean were the cover crops with the decomposition highest rates and the smaller half-lives were observed; soybean yield was not affected by the soil covers.

**Keywords:** Cerrado. Grasses and legumes. Half-life.

\* Autor para correspondência.

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 09/07/2012; aceito em 18/06/2014.

<sup>2</sup>Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM) Campus Uberaba-MG, Rua João Batista Ribeiro, 4000, CEP. 38064-790, Uberaba-MG, Professor Doutor em Produção Vegetal; jlrtores@iftm.edu.br.

<sup>3</sup>Graduando em Engenharia Agrônômica pelo IFTM Campus Uberaba, bolsista de Iniciação Científica FAPEMIG e PIBIC/CNPq; matheusandradecunha@hotmail.com, maycongabriel\_1520@hotmail.com, danielaxenofonte@hotmail.com.

<sup>4</sup>Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Departamento de Solos, BR 465 km 7, Seropédica-RJ. CEP: 23890-000, Seropédica-RJ. Professor Doutor em Ciência do Solo, Bolsista de Produtividade em Pesquisa 1C do CNPq; gervasio@ufrj.br.

## INTRODUÇÃO

A sustentabilidade do sistema de semeadura direta (SSD) no Cerrado brasileiro está vinculada a produção de quantidades elevadas de fitomassa, pois nestas regiões as taxas de decomposição podem ser até dez vezes mais rápidas quando comparadas as observadas nas regiões de clima temperado (LAL; LOGAN, 1995).

A seleção de espécies vegetais para serem utilizadas como plantas de cobertura no Cerrado dependem da adaptação destas às condições edafoclimáticas da região, pois são áreas que apresentam, de forma geral, cinco a seis meses de período seco no inverno, solos quimicamente pobres, altamente intemperizados e de caráter ácido (LOSS et al., 2012), que prejudicam o desenvolvimento das plantas, diminuindo a produção de fitomassa e consequentemente a cobertura do solo. A existência de uma estação seca prolongada que ocorre entre os meses de abril a setembro, neste bioma tem dificultado o estabelecimento das plantas de cobertura (PACHECO et al., 2008), que apresentam um menor crescimento, tornam-se mais fibrosas e florescem prematuramente, tendo seu ciclo fisiológico diminuído.

A quantidade de fitomassa seca (FS) produzida no inverno no Cerrado é inferior quando comparada àquela obtida no verão, mesmo assim, alguns resultados mostram que braquiária, milheto, crotalária, feijão de porco tem se adaptado bem ao clima e solo deste bioma, produzindo resíduos vegetais em quantidade e qualidade adequada em ambas as épocas de semeadura (seca e chuvosa) (BOER et al., 2008; TORRES et al., 2008; FABIAN, 2009; LEITE et al., 2010; TEIXEIRA et al., 2011; CHIODEROLI et al., 2012; ROSSI et al., 2012).

No Cerrado, mesmo quando a palhada é basicamente composta por gramíneas, a decomposição é mais acelerada, dificultando a manutenção da cobertura morta (KLIEMANN et al., 2006), com isso as plantas de cobertura que apresentam maior tempo de meia vida ( $T^{1/2}$  vida) e menor taxa de decomposição proporcionam elevada porcentagem de cobertura do solo (FABIAN, 2009). Estudos realizados no Cerrado mostram que milheto e crotalária, apresentam baixa velocidade de decomposição e maior  $T^{1/2}$  vida, enquanto que braquiária brizantha e guandu-anão estão entre aquelas que apresentam maior decomposição e menor  $T^{1/2}$  vida, respectivamente (BOER et al., 2007; TORRES et al., 2008; FABIAN, 2009; LEITE et al., 2010).

O cultivo de plantas de cobertura do solo antecedendo as culturas comerciais cultivadas em rotação, com sistemas radiculares explorando diferentes volumes de solo, promovem a ciclagem de nutrientes, que contribui para a manutenção (BERTIN et al., 2005) ou aumentos na produtividade das culturas, com destaque para a soja (CARVALHO et al., 2004).

Tanaka et al. (1992), em Paraguaçu Paulista-

SP, observaram que a utilização de mucuna-preta, crotalária e lablabe como cultura antecessora possibilitou aumentos significativos na produtividade de feijão e da soja. Pacheco et al. (2011) em Rio Verde-GO, avaliando a produtividade de arroz e soja cultivados sobre os resíduos de braquiária ruziziensis (*Urochloa ruziziensis*), braquiária brizantha (*Urochloa brizantha* cv Marandú), milheto (*Pennisetum glaucum*), consórcio (*Urochloa ruziziensis* + *Cajanus cajan*) e pousio, constataram aumentos de produtividade de arroz quando este foi cultivado sobre milheto e braquiária ruziziensis e que não houve alteração na produtividade da soja sobre qualquer cobertura. Neste estudo objetivou-se avaliar a produção de fitomassa e a taxa de decomposição dos resíduos de diferentes coberturas de solo antecedendo o cultivo da soja, em Uberaba-MG.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na área experimental do Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM) Campus Uberaba-MG, localizado entre 19°39'19" de latitude Sul e 47°57'27" de longitude Oeste, numa altitude de 795 m, no período de abril/2011 a março/2012.

O clima da região é classificado como Aw, tropical quente, segundo Köppen, apresentando inverno frio e seco. Na região ocorrem médias anuais de precipitação, temperatura e umidade relativa do ar na ordem de 1600 mm, 22,6 °C e 68%, respectivamente (UBERABA EM DADOS, 2009), entretanto, no ano de 2011 os valores de precipitação foram aproximadamente de 1680 mm (Figura 1).

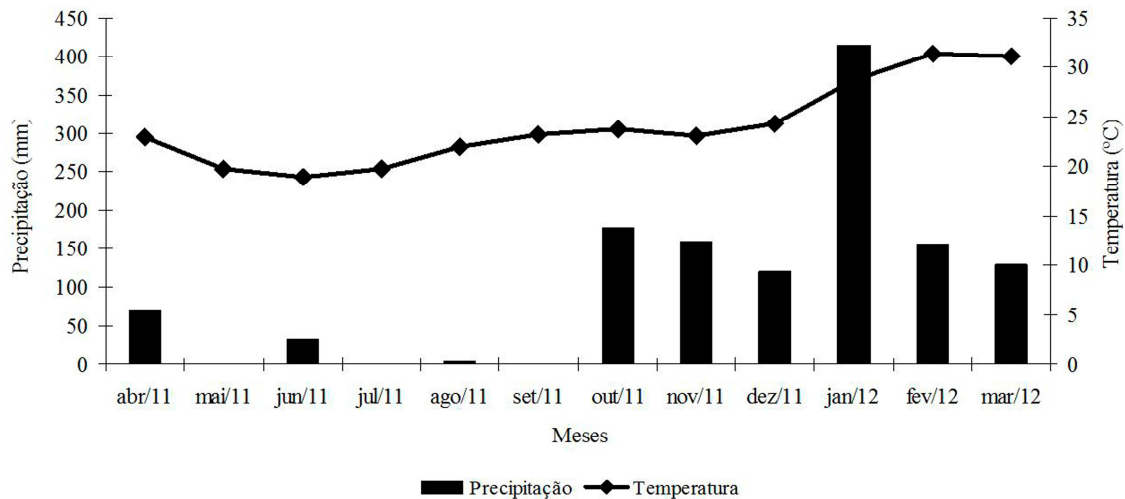
O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (Embrapa, 2006), textura franco-argilo-arenosa, apresentando na camada arável (0,0 – 20,0 m), 220 g kg<sup>-1</sup> de argila, 730 g kg<sup>-1</sup> de areia e 50 g kg<sup>-1</sup> de silte, pH CaCl<sub>2</sub> 5,5; 76 mg dm<sup>3</sup> de P (resina); 2 mmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup> de K<sup>+</sup>; 22 mmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup> de Ca<sup>2+</sup>; 10 mmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup> de Mg<sup>2+</sup>; 17 mmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup> de H<sup>+</sup>+Al e 19 g dm<sup>3</sup> e 19 g kg<sup>-1</sup> de carbono orgânico.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso e os tratamentos constaram de quatro tipos de cobertura do solo: crotalária juncea (*Crotalaria juncea* L.); feijão de porco (*Canavalia ensiformis* DC.); milheto ADR 500 (*Pennisetum glaucum*) e braquiária (*Urochloa brizantha* cv Marandú), com 4 repetições, em parcelas de 126 m<sup>2</sup> (7,0 x 18,0 m).

Fez-se a sulcagem e semeadura tratorizada das culturas de cobertura de solo com espaçamento de 0,45 m entre as linhas de plantio, com exceção do feijão de porco que foi semeado manualmente, devido ao tamanho da semente, sem qualquer adubação. Foram utilizadas 25, 06, 60 e 50 sementes por metro de crotalária, feijão de porco, milheto e braquiária, respectivamente.

As coberturas foram semeadas no final de março e manejadas (dessecadas) no final de junho de 2011, com aproximadamente 100 dias de ciclo, respectivamente, quando 50% das plantas atingiram o ponto de máximo florescimento utilizando-se o herbicida glyphosate na dose de 3,0 L ha<sup>-1</sup> + 0,5 L ha<sup>-1</sup>

de 2,4D do produto comercial. A amostragem para avaliação da fitomassa seca (FS) foi realizada numa área de 2 m<sup>2</sup> por parcela. A seguir, o material vegetal foi seco a 65 °C por 72 horas, pesado e os resultados expressos para kg ha<sup>-1</sup>.



**Figura 1.** Precipitação (mm) e temperatura (°C) obtidas na Estação Meteorológica do IFTM campus Uberaba-MG, no período de abril/2011 a março/2012.

Para avaliar a taxa de decomposição foi empregado o método das bolsas de decomposição conforme descrito por Santos e Whilford (1981). Foram utilizadas sacolas de decomposição (*litter bags*) com malha de 2 mm de abertura, com dimensões de 0,04 m<sup>2</sup> (0,20 x 0,20 m), onde foram colocadas 20 g de parte aérea das plantas de cobertura utilizadas após terem sido secas em estufa, a 65 °C até peso constante. Em cada parcela foram distribuídas 24 sacolas na superfície do solo no dia 30.06.2011, sendo coletadas quatro sacolas por parcela a cada amostragem, que ocorreram aos 15, 30, 60, 120 e 240 dias após a distribuição destas sacolas no campo, sendo que estas. Após a coleta das amostras, o resíduo vegetal de cada sacola foi limpo manualmente, seco em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até peso constante e determinado sua massa.

Para descrever a decomposição dos resíduos vegetais aplicou-se o modelo matemático exponencial descrito por Thomas e Asakawa (1993), do tipo  $X = X_0 e^{-kt}$ , em que X é a quantidade de fitomassa seca remanescente após um período de tempo t, em dias; X<sub>0</sub> é a quantidade inicial de fitomassa seca e k é a constante de decomposição do resíduo. Com o valor de k, calculou-se o tempo de meia-vida (T<sup>1/2</sup>) dos resíduos remanescentes, com o uso da fórmula  $T^{1/2} = 0,693/k$ , proposta por Paul e Clark (1996), que expressa o período de tempo necessário para que metade dos resíduos se decomponha. Foram elaboradas equações matemáticas da decomposição de fitomassa seca, utilizando o Software SigmaPlot, versão 10.

Em novembro de 2011, ou seja, 135 após o manejo das coberturas, a soja BRSMG 68 vencedora de ciclo semi precoce foi semeada sobre os resíduos vegetais remanescentes depositados sobre o solo,

com 15 sementes por metro e espaçamento de 0,45 m entre linhas. A adubação de semeadura constituiu-se de 200 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 0-20-15 + 2,5% Zn + 2,5% Mn, correspondendo 40 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, 5 kg ha<sup>-1</sup> de Zn e 5 kg ha<sup>-1</sup> de Mn, sem inoculação. Após completar seu ciclo (março/2012) a soja foi colhida, tendo sua produtividade, massa de 100 grãos e número de vagens por planta avaliadas nas duas linhas centrais, numa área de 2 m<sup>2</sup> por parcela. Os valores de massa de grãos foram corrigidos para 13% de umidade e expressos em kg ha<sup>-1</sup>.

Os resultados encontrados foram analisados quanto à normalidade e homogeneidade dos dados através dos testes de Lilliefors e Cochran e Bartlett, respectivamente. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância com auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008), aplicando-se o teste F para significância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de fitomassa seca (FS) das coberturas vegetais utilizadas apresentou rendimentos inferiores a 4 Mg ha<sup>-1</sup>, com exceção do milheto que se destacou e diferiu significativamente das outras coberturas (Tabela 1), o que demonstra a boa adaptação desta planta ao clima e solo do Cerrado na região. O valor da FS obtido para o milheto (5,22 Mg ha<sup>-1</sup>) foi maior que os 3,6 Mg ha<sup>-1</sup> observados por Torres et al. (2005) e aos 4,1 Mg ha<sup>-1</sup> e 2,2 Mg ha<sup>-1</sup> obtidos por Fabian (2009) nos anos de 2005/06 e 2006/07, na mesma área experimental e época de plantio. Com

relação ao feijão de porco, crotalária e braquiária, a produção de FS foi inferior quando comparada às obtidas em estudos com essas plantas de cobertura em áreas de Cerrado (SODRÉ FILHO et al., 2004; TORRES et al., 2008; FABIAN, 2009).

Carvalho et al. (2011), em Planaltina-DF, quantificaram valores entre 6,7 e 4,5 Mg ha<sup>-1</sup> de fito-

massa seca de milho e braquiária, respectivamente, enquanto Pacheco et al. (2011), em Santo Antonio de Goiás-GO e Rio Verde-GO, avaliando a produtividade destas mesmas coberturas 90 dias após a semeadura, observaram a produção de 3,9 e 6,1 Mg ha<sup>-1</sup> e 2,8 e 2,9 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

**Tabela 1.** Produção de fitomassa verde (FV) e seca (FS) das coberturas de solo sob o cultivo da soja no ano de 2011/2012, em Uberaba-MG.

Coberturas	Fitomassa	
	Verde	Seca
	.....Mg ha <sup>-1</sup> .....	
Feijão de Porco	8,72 c	2,20 b
Milheto	17,94 a	5,22 a
Crotalária	13,14 b	3,43 b
Braquiária	9,72 c	3,27 b
F	24,82 *	12,23 *
CV (%)	11,68	17,55

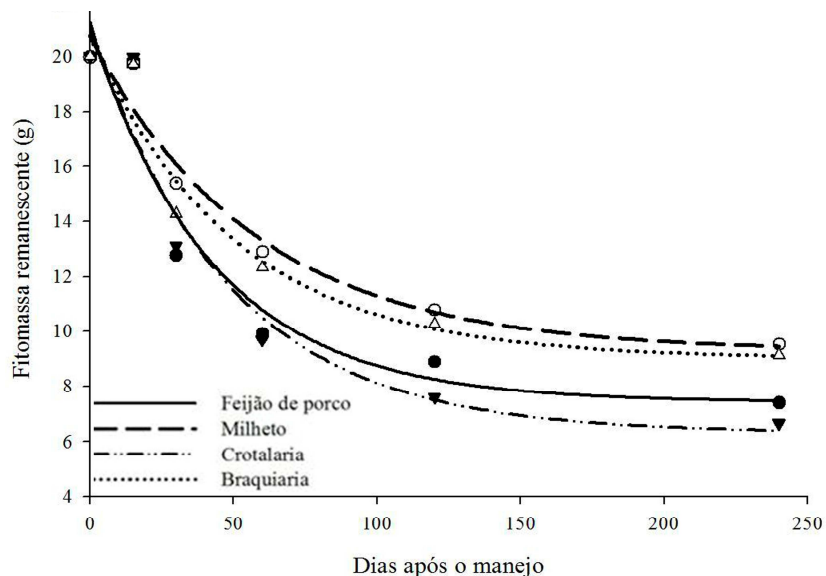
\* = Significativo (p<0,05). Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si.

Todas as coberturas apresentaram produção de FS inferior a faixa de 6 a 12 Mg ha<sup>-1</sup> destacadas por Teodoro et al. (2011), que é o valor considerado suficiente para esta ser considerada como uma boa cobertura do solo (FABIAN, 2009) e compensar as elevadas taxas de decomposição dos resíduos vegetais (TORRES et al., 2005), contudo esta baixa produção de FS está relacionada a época que as coberturas foram semeadas, pois coincide com o período seco do ano, com isso o desenvolvimento das culturas é menor.

Avaliando a taxa de decomposição dos resíduos vegetais das coberturas, observou-se que os maiores valores ocorreram nas leguminosas e os menores nas gramíneas (Figura 2), padrão também observado por Kliemann et al. (2006). Apesar de estar no período seco do ano, a taxa de decomposição dos resíduos foi elevada, com perdas de massa para feijão de porco, milho, crotalária e braquiária na or-

dem de 51,43; 45,88; 58,42 e 48,43% aos 120 dias e 62,93; 52,52; 67,58 e 56,26% aos 240 dias após a distribuição das sacolas de decomposição sobre o solo (Figura 2), respectivamente. Estes valores elevados obtidos inicialmente para a taxa de decomposição talvez sejam justificados pela maior umidade do solo constatada neste período, devido principalmente aos índices de precipitação ocorridos no mês de junho (32mm) e agosto (4 mm) (Figura 1), que não comuns na região.

Analisando graficamente o taxa de decomposição representada pela fitomassa seca remanescente observa-se que o processo foi acelerado até completar os 120 dias após a distribuição das sacolas de decomposição e a partir deste momento as taxas diminuíram, aumentando somente 11,5; 6,64; 9,16 e 7,83% até completar 240 dias a distribuição das sacolas no campo (Figura 2).



**Figura 2.** Fitomassa seca remanescente dos resíduos culturais das coberturas do solo no cultivo de soja em sucessão, em Uberaba-MG.

Outros estudos comprovaram a influência da precipitação pluvial sobre a velocidade de decomposição dos resíduos, onde se destaca que a decomposição aumenta paralelo ao aumento da precipitação e diminuem, a valores mínimos, no período seco do ano (TORRES et al., 2008; BOER et al., 2008; LEITE et al., 2010; PACHECO et al., 2011).

Kliemann et al. (2006), no Cerrado goiano, avaliaram o padrão das gramíneas sorgo, capim mombaça, milho, braquiária, consórcio milho+braquiária em relação à perda relativa de fitomassa, verificaram que os valores atingiram 80, 64, 58, 56 e 56 % aos 150 dias, respectivamente.

Os valores obtidos para o tempo de meia vida ( $T^{1/2}$  vida) para as coberturas foram variáveis, sendo menores para as leguminosas quando comparado aos das gramíneas (Tabela 2). Esse padrão pode ser justificado pelo nitrogênio fixado pelas leguminosas e

pela soja, que favorecem positivamente a atividade dos microorganismos e proporcionam maiores velocidades de decomposição dos resíduos, fato este observado por Fabian (2009).

Em estudos conduzidos na mesma época do ano e local, Torres et al. (2005), no período de 20-01/02, observaram  $T^{1/2}$  vida semelhantes para milho (90 dias), crotalária (64 dias) e superior para braquiária (95 dias), enquanto Fabian (2009), nos anos de 2005/06 e 2006/07 quantificaram  $T^{1/2}$  vida superiores para milho (114 e 112 dias) e crotalária (112 e 120 dias) e inferiores para braquiária (42 e 37 dias), respectivamente. Estes valores comprovam que as condições climáticas locais influenciam decisivamente a biomassa microbiana do solo que atuam na decomposição desta palhada, que alteram a velocidade de decomposição e diminuem o  $T^{1/2}$  vida dos resíduos vegetais.

**Tabela 2.** Constante de decomposição (k) e  $T^{1/2}$  vida dos resíduos culturais das coberturas de solo sob a cultura da soja no ano de 2011/2012, em Uberaba-MG.

Coberturas de solo	Fitomassa seca		
	k g g <sup>-1</sup>	$T^{1/2}$ Dias	r <sup>2</sup>
Feijão de Porco	0,0133	52	0,96 *
Milheto	0,0074	93	0,98 *
Crotalária	0,0111	62	0,97 *
Braquiária	0,0099	70	0,97 *

\* = Significativo (p<0,05), k = Constante de decomposição;  $T^{1/2}$  = Tempo de meia-vida; r<sup>2</sup> = coeficiente de determinação.

Com relação à produtividade da soja verificaram-se produções elevadas sobre todas as coberturas avaliadas, quando comparado às médias registradas para a região do Triângulo Mineiro, estimadas em 3,0 Mg ha<sup>-1</sup> pela CONAB (2011), entretanto, não

houve diferenças significativas (p<0,05) quanto às coberturas. Este aumento da produtividade talvez esteja relacionado a escolha a qualidade da semente utilizada, pois esta é a variedade recomendada para a região.

**Tabela 3.** Produtividade, vagens por planta e massa de cem grãos de soja por planta, cultivado sobre as coberturas do solo no ano 2011/2012, em Uberaba-MG.

Coberturas do solo	Produtividade	Vagem por planta	Massa 100 grãos
	Mg ha <sup>-1</sup>		g
Feijão de Porco	4,93 a	103,43 a	20,42 a
Milheto	4,97 a	109,00 a	20,08 a
Crotalária	5,31 a	87,17 a	20,72 a
Braquiária	5,40 a	114,00 a	20,14 a
F	0,387 <sup>ns</sup>	3,11 <sup>ns</sup>	0,328 <sup>ns</sup>
CV (%)	17,76	11,6	4,21

<sup>ns</sup> = Não significativo (p<0,05); médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si

Torres et al. (2005) em 2000/01 e Fabian (2009) nos anos de 2004/05, 2005/06 e 2006/07, nas mesmas condições edafoclimáticas, quantificaram produtividades médias 3,5, 3,6, 3,0 e 4,6 Mg ha<sup>-1</sup> de soja, respectivamente, sobre as mesmas coberturas.

Resultados semelhantes foram obtidos por Pacheco et al. (2011) em Rio Verde-GO, onde observaram que a produtividade de soja não foi influenciada quando cultivada sobre os resíduos de braquiária ruziziensis (*Urochloa ruziziensis*), braquiária brizan-

tha (*Urochloa brizantha* cv Marandú), milho (*Pennisetum glaucum*), consórcio braquiária+guandu (*Urochloa ruziziensis* + *Cajanus cajan*) e pousio, contudo, os valores obtidos foram inferiores aos constatados neste estudo. Chioderoli et al. (2012) constataram que a produção de grãos de soja cultivada sobre os resíduos de braquiária (*Urochloa brizantha* cv Marandú) atingiram valores acima da média regional em áreas de alta tecnologia, com média geral de 4,1 Mg ha<sup>-1</sup>.

## CONCLUSÕES

Milheto foi a planta de cobertura que apresentou maior produção de fitomassa seca (5,22 Mg ha<sup>-1</sup>) no período avaliado.

A decomposição dos resíduos vegetais ocorreu de forma acelerada até completar 120 dias e depois de forma lenta até 240 dias.

Crotalaria e feijão de porco foram as coberturas para as quais se observaram as maiores taxas de decomposição e os menores tempos de meia vida.

A produtividade da soja não foi influenciada pelas coberturas do solo.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o Instituto Federal do Triângulo Mineiro campus Uberaba pela infraestrutura disponibilizada, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pela concessão de bolsa de Iniciação Científica aos estudantes.

## REFERÊNCIAS

CARVALHO, A. M. et al. Cover plants with potential use for crop-livestock integrated systems in the Cerrado region **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1200-1205, 2011.

BERTIN, E. G.; ANDRIOLI, I.; CENTURION, J. F. Plantas de cobertura em pré-safra ao milho em plantio direto. **Acta Scientiarum**, Londrina, v. 27, n. 3, p. 379-386, 2005.

BOER, C. A. et al. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 9, p. 1269-1276, 2007.

BOER, C. A. et al. Biomassa, decomposição e cobertura do solo ocasionada por resíduos culturais de três espécies vegetais na região Centro-Oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 32, n. 2, p. 843-851, 2008.

CARVALHO, M. A. C. et al. Soja em sucessão a adubos verdes no sistema de semeadura direta e convencional em solo de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 11, p. 1141-1148, 2004.

CHIODEROLI, C. A. et al. Atributos físicos do solo e produtividade de soja em sistema de consórcio milho e braquiária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 1, p. 37-43, 2012.

Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2010/2011: Quarto levantamento**. 2011. 41 p. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/04\\_levantamento\\_jan2010.pdf](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/04_levantamento_jan2010.pdf)>. Acesso em: 23 nov. 2011.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 2006. 412 p.

FABIAN, A. J. **Plantas de cobertura: efeito nos atributos do solo e na produtividade de milho e soja em rotação**. 2009. 83 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, 2009.

FERREIRA, D. F. SISVAR: Um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.

KLIEMANN, H. J.; BRAZ, A. J. P. B.; SILVEIRA, P. M. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho Distroférrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 36, n. 1, p. 21-28, 2006.

LAL, R.; LOGAN, T. J. Agricultural activities and greenhouse gas emissions from soils of the tropics. In: LAL, R.; KIMBLE, J. M.; LEVINE, E.; STEWART, B. A., (Eds.) **Soil management greenhouse effect**. Boca Raton: CRC Press, 1995. p. 293-307.

LEITE, L. F. C. et al. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos vegetais depositados sobre Latossolo Amarelo no Cerrado Maranhense. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 41, n. 01, p. 29-35, 2010.

LOSS, A. et al. Densidade e fertilidade do solo sob sistemas de plantio direto e de integração lavoura-pecuária no Cerrado. **Revista Ciências Agrárias**, Belém, v. 55, n. 4, p. 260-268, 2012.

PACHECO, L.P. et al. Desempenho de plantas de cobertura em sobresemeadura na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 7, p. 815-823, 2008.

PACHECO, L. P. et al. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 1, p. 17-25, 2011.

PAUL, E. A.; CLARK, F. E. Dynamics of residue decomposition and soil organic matter turnover. In: PAUL, E. A.; CLARK, F. E., eds. **Soil microbiology and biochemistry**. 2º ed. San Diego, Academic, 1996. p. 158-179.

SANTOS, P. F.; WHILFORD, W. G. The effects of microarthropods on litter decomposition in a chi-huazhuan ecosystem. **Ecology**, v. 62, p. 654–669, 1981.

SODRÉ FILHO, J. et al. Resíduo vegetal e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na Região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 4, p. 327-334, 2004.

ROSSI, C. Q. et al. Frações lábeis da matéria orgânica em sistema de cultivo com palha de braquiária e sorgo. **Revista Ciências Agronômicas**, Fortaleza, v. 43, n. 1, p. 38-46, 2012.

TEODORO R. B. et al. Aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde no cerrado do Alto Vale do Jequitinhonha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 635-643, 2011.

THOMAS, R. J.; ASAKAWA, N. M. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 25, p. 1351-1361, 1993.

TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A.; DIAS, O. S.; CAMPIDELLI, C.; BULISANI, E. A. Cultivo da soja após incorporação de adubo verde e orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 11, p. 1477-1483, 1992.

TEIXEIRA, M. B. Decomposição e liberação de nutrientes da parte aérea de plantas de milho e sorgo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 867-876, 2011.

TORRES, J. L. R. et al. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 4, n. 29, p. 609-618, 2005.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 3, p. 421-428, 2008.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G. Dinâmica do potássio nos resíduos vegetais de plantas de cobertura no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 4, p.1609-1618, 2008.

Prefeitura Municipal de Uberaba. **Uberaba em dados**. Uberaba: 2009, 23 p. Disponível: <[http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/ desenvolvimento/arquivos/uberaba\\_em\\_dados/Edicao\\_2009/Capitulo01.pdf](http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/ desenvolvimento/arquivos/uberaba_em_dados/Edicao_2009/Capitulo01.pdf)> . Acesso em 21 nov. 2011.