



Cultivo de milho e soja em sucessão a diferentes coberturas do solo no cerrado após onze safras⁽¹⁾.

José Luiz Rodrigues Torres⁽²⁾; Marcos Gervasio Pereira⁽³⁾; Dinamar Márcia da Silva Vieira⁽⁴⁾; Danyllo Denner de Almeida Costa⁽⁵⁾, Amanda Yamada Tamburús⁽⁵⁾, Venâncio Rodrigues e Silva⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Fundação Agrisus e Fapemig.

⁽²⁾ Professor Titular, Doutor em Produção Vegetal do Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM) Campus Uberaba. Rua João Batista Ribeiro, 4000, bairro Mercês, Uberaba-MG, CEP 38064-790. E-mail: jlrtorres@iftm.edu.br; ⁽³⁾ Professor Adjunto do Departamento de Solos da UFRRJ, Doutor em Ciência do Solo, Bolsista de Produtividade em Pesquisa 1D do CNPq; ⁽⁴⁾ Tecnóloga em Gestão Ambiental pelo IFTM. ⁽⁵⁾ Estudante de Graduação do Curso de Agronomia e bolsistas de Iniciação Científica PET/MEC/CNPq e IFTM/PIBITI/CNPq do IFTM.

RESUMO: Braquiária, crotalária e milheto, somados ao pousio são as coberturas do solo que tem apresentado melhor desempenho na produção de biomassa vegetal no Cerrado e tem influenciado o rendimento das culturas sucessoras cultivadas sobre seus resíduos. Neste estudo avaliou-se a produção de biomassa, o rendimento do milho e soja cultivados em sucessão a diferentes coberturas do solo, por onze safras. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, com quatro repetições. Utilizou-se crotalária, milheto, braquiária e pousio (vegetação espontânea com predomínio de Poáceas) como coberturas do solo, em parcelas de 126 m² (7,0 x 18,0 m). Os estudos foram conduzidos na mesma área experimental por onze safras agrícolas, onde as coberturas foram avaliadas no inverno nas safras 2001/02, 2004/05, 2005/06, 2006/07, 2008/09 e 2011/12 e no verão em 2000/01, 2007/08, 2009/10, 2013/14 e 2014/15. No inverno a produção de biomassa seca (BS) variou entre 2,1-3,8; 1,4-2,6; 2,5-5,5; 2,0-2,6; 2,6-2,9 e 2,2-5,2 t ha⁻¹, enquanto que no verão variou de 2,0-10,0; 2,0-3,9; 7,2-12,2, 7,2-10,6 e 9,0-9,6 t ha⁻¹, respectivamente. Milheto e crotalária foram às culturas que apresentaram o melhor desempenho na produção de biomassa seca; As maiores produtividades do milho foram registradas quando a cultura foi cultivada sobre os resíduos de crotalária, enquanto que para a soja não ocorreu diferenças entre as coberturas testadas.

Termos de indexação: resíduos, ciclagem, produtividade.

INTRODUÇÃO

No Cerrado mineiro tem-se observado algumas dificuldades em produzir biomassa de qualidade e em quantidades suficientes para proteção da superfície do solo, manutenção ou incremento dos níveis de matéria orgânica no solo, pois esta região caracteriza-se por apresentar, de forma geral, cinco a seis meses de período seco. Além disso, são

locais com decomposição dos resíduos mais acelerada, podendo ser até dez vezes mais rápidas do que aquela observada nas regiões de clima temperado (Lal & Logan, 1995), que dificulta a manutenção de uma camada de cobertura no solo.

Uma das soluções para amenizar este problema é o cultivo de plantas de cobertura que estejam adaptadas às condições climáticas da região, que tenham crescimento rápido, sistema radicular profundo e resistência ao estresse hídrico, para que possam ser cultivadas no período seco do ano (outono/inverno) (Pacheco et al., 2011).

Milheto, braquiaria (Poácea) e crotalária (Fabácea) são as principais espécies utilizadas como coberturas de solo no Cerrado, pois estas plantas caracterizam-se por apresentar produção de biomassa satisfatória no período seco (outono/inverno) e elevada produção no período chuvoso (primavera/verão), com maior persistência dos seus resíduos sobre o solo (Assis et al., 2013).

Alguns estudos conduzidos nas condições edafoclimáticas no Cerrado têm demonstrado o efeito benéfico das plantas de cobertura antecedendo as culturas comerciais, que após serem manejadas, tem influenciado o rendimento das culturas cultivadas em sucessão (Kliemann et al., 2006; Boer et al., 2008). Registros na literatura evidenciaram o aumento da produtividade do milho quando cultivado em sucessão a Fabáceas (Carvalho et al, 2004; Torres et al., 2008) e da soja quando cultivado sobre resíduos de Poáceas (Chioderoli et al., 2012). Nunes et al. (2006) observaram maiores rendimentos para o feijão quando cultivado sobre Poáceas.

Diante deste contexto, neste estudo avaliou-se a produção de biomassa, o rendimento do milho e soja cultivados em sucessão a diferentes coberturas do solo, por onze safras.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo vem sendo conduzido na área experimental do Instituto Federal do Triângulo



Mineiro (IFTM) Campus Uberaba-MG, que está localizada entre as coordenadas 19°39'19" de latitude Sul e 47°57'27" de longitude Oeste, numa altitude de 795 m, desde o ano de 2000.

O clima da região é classificado como Aw, tropical quente, segundo Köppen, apresentando inverno frio e seco, sendo que na região ocorrem médias anuais de precipitação e temperatura na ordem de 1600 mm e, 22,6 °C, respectivamente.

O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, textura média, apresentando na camada de 0,00-0,20 m: 210 g kg⁻¹ de argila, 710 g kg⁻¹ de areia e 80 g kg⁻¹ de silte.

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, com quatro coberturas do solo: crotalária juncea (*Crotalaria juncea* L.); milheto (*Pennisetum glaucum* L.), braquiária (*Urochloa brizantha* cv *Marandú*) e pousio (vegetação espontânea com predomínio de Poáceas) em parcelas de 126 m² (7,0 x 18,0 m), com 4 repetições. Após a dessecação, as parcelas são subdivididas em áreas de 63 m² (7,0 x 9,0 m) e semeados milho e soja sobre os resíduos vegetais em decomposição e rotacionados em cada ano.

Utilizou-se a semente de milho da Pioneer de ciclo semi-precoce, semeado com 0,90 m entre linhas, com 55.000 plantas ha⁻¹. De forma geral, na semeadura foi aplicado 400 kg ha⁻¹ da fórmula 05-15-10 + 0,5% Zn. Em cobertura aplicou-se 100 kg ha⁻¹ de N e 80 kg ha⁻¹ K₂O, parcelados aos 20 e 40 dias após a semeadura. Para soja, a semente utilizada foi a BRSMG de ciclo semi-precoce, com 0,45 m entre linhas, com 220.000 plantas ha⁻¹. Aplicou-se 200 kg ha⁻¹ da fórmula 0-20-15 + 2,5% Zn na semeadura.

A produção de biomassa seca (BS) das plantas de cobertura (braquiária, crotalária e milheto) e do pousio foram avaliadas no inverno, no período de abril a julho nas safras 2001/02 a 2006/07, 2008/09, 2011/12. No verão a BS avaliada no período de setembro a novembro nos anos 2000/01, 2007/08, 2009/10, 2013/14 e 2014/15, numa área de 2 m² por parcela. Todo o material colhido foi levado ao laboratório, seco em estufa, pesado e os resultados expressos em t ha⁻¹.

A avaliação da produtividade de milho e soja foi sempre realizada nas duas linhas centrais das parcelas, numa área de 1,6 m² por parcela. Os valores de massa de grãos foram corrigidos para 13% de umidade.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, aplicando-se o teste F para significância e as médias comparadas pelo teste de Tukey (p<0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os resultados obtidos para produção de biomassa seca (BS) de braquiária, crotalária, milheto e pousio no inverno nas safras 2001/02, 2004/05, 2005/06, 2006/07, 2008/09 e 2011/12 observou-se que os valores variaram entre 2,1-3,8; 1,4 a 2,6; 2,5 a 5,5; 2,0 a 2,6; 2,6 a 2,9 e 2,2 a 5,2 t ha⁻¹ e no verão em 2000/01, 2007/08, 2009/10 e 2013/14 e 2014/2015 entre 2,0 a 10,0; 2,0 a 3,9; 7,2 a 12,2, 7,2 a 10,6 e 9,0 a 9,6 t ha⁻¹, respectivamente (**Tabela 1**).

A produção BS ao longo de todo o período avaliado evidencia que os valores obtidos no inverno no tem sido quase sempre inferior quando comparada àquela quantificada no verão. Nesta época do ano (inverno), em função das maiores restrições hídricas, milheto e crotalária apresentam menor porte, caule mais fibroso, emitem um menor número de folhas e flores, com isso mostraram-se mais resistentes que as outras plantas de cobertura ao estresse hídrico (Torres et al., 2008; 2014).

Outros estudos conduzidos no Cerrado apresentaram valores semelhantes para produção de BS quando comparados aos obtidos neste estudo para o milheto e superiores com relação à braquiária e crotalária. Nestes, constatou-se que estas plantas quando semeadas no início do período chuvoso e manejadas quando atingem o ponto de máximo florescimento, produzem entre 6,0 e 13,0 t ha⁻¹ de BS para as braquiárias e entre 7,0 a 12,0 t ha⁻¹ para o milheto (Crusciol & Soratto, 2009; Torres et al., 2008, Pacheco et al., 2011, Assis et al., 2013), enquanto que para a crotalária os valores variam entre 4,0 e 9,0 t ha⁻¹ (Torres et al., 2008).

Avaliando o rendimento do milho cultivado sobre as plantas de cobertura e pousio observou-se que na maioria das vezes os valores foram maiores quando a cultura foi semeada sobre a crotalária, com exceção das safras 2001/02, 2005/06 e 2008/09. No ano 2001/02 ocorreram vários problemas durante a condução do experimento, por isso mesmo os valores ficaram abaixo da média estimada para a região (**Tabela 2**). Com relação à soja, de forma geral, parece não ter ocorrido nenhuma contribuição significativa das plantas de cobertura.

De forma geral, a maioria dos valores registrados de produtividade do milho e soja ficaram acima da média de 6,0 e 3,0 t ha⁻¹ registrada para a região do Triângulo Mineiro, respectivamente (Conab, 2011), o que pode ser justificado pela homogeneidade de solo nesta área experimental e pela mesma estar sob semeadura direta há mais de doze anos, o que



proporcionou a estabilização do sistema, que pode ser comprovado pelo aumento da produtividade média ao longo dos anos na mesma área.

CONCLUSÕES

Milheto e crotalária foram às culturas que apresentaram o melhor desempenho na produção de biomassa seca;

As maiores produtividades do milho foram registradas quando a cultura foi cultivada sobre os resíduos de crotalária, enquanto que para a soja não ocorreu diferenças entre as coberturas testadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fapemig e ao CNPq pelo financiamento do projeto e bolsas de Iniciação Científica fornecida aos estudantes.

REFERÊNCIAS

- ASSIS, R.L.; OLIVEIRA, C.A.O.; PERIN, A.; SIMON, G.A.; SOUZA JUNIOR, B.A. Produção de biomassa, acúmulo de nitrogênio por plantas de cobertura e efeito na produtividade do milho safrinha. *Enciclopédia Biosfera*, 9: 1769-1775, 2013.
- BOER, C. A.; ASSIS, R.L.; SILVA, G.P.; BRAZ, A.J.B.P.; BARROSO, A.L.L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F.R. Biomassa, decomposição e cobertura do solo ocasionada por resíduos culturais de três espécies vegetais na região Centro-Oeste do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32: 843 – 851, 2008.
- 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 semeadura direta e convencional. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39: 47-53, 2004.
- CHIODEROLI, C. A.; MELLO, L.M.M.; GRIGOLLI, P.J.; FURLANI, C.E.A.; SILVA, J.O.R.; CESARIN, A.L. Atributos físicos do solo e produtividade de soja em sistema de consórcio milho e braquiária. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, 16: 37-43, 2012.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. 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>. Acesso em: 23 11 2011.
- CRUSCIOL, C.A.C.; SORATTO, R.P. Nitrogen supply for cover crops and effects on peanut grown in succession under a no-till system. *Agronomy Journal*, 101: 40-46, 2009.
- 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) – UNESP, Jaboticabal-SP.
- 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*, 36:21-28, 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 manag. greenh effect*. 1995. p. 293-307.
- NUNES, U. R.; ANDRADE JÚNIOR, V.C.; SILVA, E.B.; SANTOS, N.F.; COSTA, H.A.O.; FERREIRA, C.A. Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41: 943-948, 2006.
- PACHECO, L. P.; LEANDRO, W.M.; MACHADO, P.L.O.A.; ASSIS, R.L.; COBUCCI, T.; MADARI, B.E.; PETTER, F.A. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46: 17-25, 2011.
- TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J. C. & FABIAN, A. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 4: 609-618, 2005.
- 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*, 32: 1609-1618, 2008.
- 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. *P. Agr. Bras.*, 43:421-428, 2008.
- TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; CUNHA, M. A.; VIEIRA, D. M. S. & RODRIGUES, E. S. Produtividade do milho cultivado em sucessão a crotalária, milheto e braquiária no cerrado mineiro. *Enciclopédia Biosfera*, 18: 2482-2491, 2014.

Tabela 1. Produção de biomassa (BS) das plantas de cobertura (braquiaria, crotalária e milheto) e do pousio, produzidas no inverno (2001/02 a 2006/07, 2008/09, 2011/12) e no verão (2000/01, 2007/08, 2009/10, 2013/14 e 2014/15) em Uberaba-MG.

Cobertura	Biomassa seca										
	2000/01	2001/02	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2011/12	2013/14	2014/15
..... t ha ⁻¹											
Braquiaria	6,0 b*	2,1 b	1,4 b*	5,5 a*	2,1 a*	2,0 b	2,6 a	8,0 c	3,3 b	10,6 a**	9,1 a**
Crotalária	3,9 c	3,7 a	2,1 a	3,6 b	2,0 a	2,1 b	2,9 a	10,5 b	3,4 b	7,2 c	9,0 a
Milheto	10,0 a	3,6 a	1,5 b	4,1 b	2,3 a	3,9 a	2,9 a	12,2 a	5,2 a	9,0 b	9,6 a
Pousio	2,1 d	3,8 a	2,6 a	2,5 c	2,6 a	3,8 a	2,8 a	7,2 c	2,2 c	--	--
CV (%)	20,7	10,9	15,2	17,1	20,0	22,6	15,8	12,2	11,7	6,2	8,61

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% (Tukey)

Fonte: Torres et al. (2005); Fabian (2009)*; Torres et al. (2014**).

Projeto parcialmente financiado pela Fundação Agrisus⁽¹⁾ e Fapemig^(**)

Tabela 2. Produção de grãos de milho e soja cultivados sobre as plantas de cobertura (braquiaria, crotalária e milheto) e do pousio (vegetação espontânea), produzidas no inverno (2001/02 a 2006/07, 2008/09, 2011/12) e no verão (2000/01, 2007/08, 2009/10, 2013/14 e 2014/15) em Uberaba-MG.

Cobertura	Produtividade										
	2000/01	2001/02	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2011/12	2013/14	2014/15
..... t ha ⁻¹											
Milho											
Braquiaria	6,5 a	2,1 b	6,7 b*	5,9 a*	6,7 a*	9,0 b	9,5 a	8,4 c	6,1 a	8,6 a**	6,91 c**
Crotalária	6,7 a	2,8 a	8,0 a	6,8 a	7,2 a	11,0 a	8,4 b	10,1 a	5,9 a	8,0 a	8,38 b
Milheto	6,3 a	2,2 b	6,9 b	7,1 a	6,6 a	9,5 b	8,4 b	9,3 b	5,8 a	8,9 a	9,97 a
Pousio	5,9 b	2,1 b	6,6 b	7,1 a	6,8 a	8,7 c	7,9 b	9,2 b	6,1 a	--	--
CV (%)	6,2	8,7	17,7	10,8	4,7	9,9	16,9	8,1	5,8	11,5	14,3
Soja											
Braquiaria	3,3 b	0,6 a	3,6 a	3,1 a	4,9 a	3,6 a	3,7 a	--	5,7 a	--	--
Crotalária	3,4 b	0,9 a	4,0 a	3,3 a	4,8 a	4,0 a	5,3 a	--	5,2 a	--	--
Milheto	3,5 a	1,2 a	3,3 a	3,0 a	4,0 a	3,3 a	4,3 a	--	5,5 a	--	--
Pousio	3,5 a	1,0 a	3,2 a	2,8 a	4,8 a	3,2 a	3,7 a	--	5,2 a	--	--
CV (%)	4,5	6,0	19,6	10,1	9,9	20,4	24,5	--	15,0	--	--

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% (Tukey)

Fonte: Torres et al. (2005); Fabian (2009)*; Torres et al. (2014**).

Projeto parcialmente financiado pela Fundação Agrisus⁽¹⁾ e Fapemig^(**)