

Decomposição da palhada de forrageiras em função da adubação nitrogenada após o consórcio com milho e produtividade da soja em sucessão

Cássia Maria de Paula Garcia; Marcelo Andreotti; Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho (*); Keny Samejima Mascarenha Lopes; Salatiér Buzetti

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Avenida Brasil, 56, 15385-000 Ilha Solteira (SP), Brasil.

(*) Autor correspondente: mcmtf@yahoo.com.br

Recebido: 14/fev./2014; Aceito: 21/fev./2014

Resumo

Objetivou-se neste trabalho avaliar a decomposição da palhada de *Urochloa* e *Panicum* após o consórcio com milho e adubação nitrogenada, assim como o desempenho agrônomo da soja em sucessão. O experimento foi conduzido num Latossolo Vermelho distroférrico em condições de Cerrado, sob sistema de plantio direto. Após a colheita do milho consorciado com capim e corte de homogeneização das forrageiras, foram aplicadas doses de N (0, 50, 100 e 200 kg ha⁻¹, fonte ureia) em cobertura. As parcelas foram constituídas por *Urochloa brizantha* cv. Xaraés, *Urochloa ruziziensis*, *Panicum maximum* cv. Tanzânia e Mombaça, semeadas na ocasião da semeadura do milho, e as subparcelas, compostas pela quantidade acumulada de nitrogênio aplicada nas plantas forrageiras anteriores ao cultivo da soja (0, 250, 500 e 1.000 kg ha⁻¹ de N, após cinco cortes). O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas. Logo após o último corte das forrageiras, quantidade proporcional de massa fresca das espécies de cada subparcela foi acondicionada em sacos de nylon "Litter Bags", sendo eles depositados em contato direto com o solo, para determinação do tempo de decomposição da massa seca ao longo de 150 dias. As doses de N, assim como os consórcios de milho com forrageiras (exceto com Mombaça) interferem de forma semelhante na decomposição da palhada das forrageiras e na produtividade da soja em sucessão. Em todos os consórcios de milho e adubação nitrogenada antecessores aos 60 dias após a dessecação e corte, restavam ainda entre 50% e 60% da palhada inicial para SPD.

Palavras-chave: plantio direto, *Zea mays*, *Glycine max*, *Panicum maximum*, *Urochloa* spp., cerrado.

Straw decomposition forage as a function of nitrogen fertilization after the consortium with corn and soybean yield in succession

Abstract

The objective of this study was to evaluate the straw decomposition of the *Urochloa* and *Panicum* after intercropped with corn and nitrogen fertilization, as well as, the agronomic performance of soybean in succession. The experiment was conducted in an Oxisol in Cerrado conditions under no-tillage eight years ago. After the corn harvest intercropped with grass and cutting of forage homogenization were applied N rates (0, 50, 100 and 200 kg ha⁻¹ of N – urea source) in coverage. The plots consisted of *Urochloa brizantha*, *Urochloa ruziziensis* and *Panicum maximum* Tanzânia and Mombaça sown at the time of corn sowing and subplots composed by accumulated amounts of nitrogen applied in forage plants prior to the soybean cultivation (0, 250, 500 and 1000 kg ha⁻¹ of N, after five cuts). The experimental design was a randomized block with four replications in a split plot. Soon after the last cut of the forage, proportionate amount of fresh mass of the species of each subplot was wrapped in nylon bags called "Litter Bags", these being deposited in direct contact with the soil, to determine the time of decomposition of the dry mass during a period of 150 days. The nitrogen doses, as well as, the corn intercropped with forages (except with Mombaça) interfere similarly in the straw decomposition of forage and in the soybean yield in succession. All the consortiums of corn and nitrogen fertilization predecessors determined that, at 60 days after desiccation and cutting, still remained between 50 and 60% of the initial straw for no-tillage system.

Key words: no-tillage, *Zea mays*, *Glycine max*, *Panicum maximum*, *Urochloa* spp., cerrado.

1. INTRODUÇÃO

O plantio direto (SPD), sistema conservacionista de manejo que mantém os resíduos culturais na superfície do solo, constitui uma importante técnica para a manutenção e recuperação da capacidade produtiva de solos manejados convencionalmente e de solos de áreas degradadas. A eficácia desse sistema está relacionada, dentre outros fatores, com a quantidade e qualidade dos resíduos produzidos pelas plantas de cobertura e com a persistência deles sobre o solo (Gonçalves e Ceretta, 1999). Com isso, deverá haver a manutenção e/ou incremento dos teores de matéria orgânica, melhorando-se a disponibilidade de nutrientes para as culturas subsequentes (Reicosky e Forcella, 1998), além de outros benefícios, tais como redução da erosão do solo (Carvalho et al., 1990), melhoria nos atributos físicos dos solos (Carpenedo e Mielniczuck, 1990) e elevação dos teores de N total (Souza e Mello, 2000).

O interesse pelo cultivo consorciado de plantas produtoras de grãos com forrageiras tropicais em SPD tem aumentado significativamente por parte de técnicos e produtores das regiões caracterizadas com inverno seco. Uma das principais características do sistema é o aumento do teor de matéria orgânica na camada superficial do solo. Esse aumento depende de vários fatores, como quantidade de palha, tipo de rotação de culturas adotada, grau de revolvimento do solo, clima da região e doses de fertilizantes aplicados nas lavouras (Machado e Silva, 2001).

A adoção do SPD em sua plenitude, nas diversas condições climáticas e edáficas, no entanto, é altamente dependente de culturas adequadas para a produção e manutenção da palha sobre o solo para que o sistema seja eficiente e vantajoso. Culturas como o milheto, o sorgo forrageiro e capins do gênero *Urochloa* em regiões de Cerrado são consideradas excelentes opções para utilização em sistemas conservacionistas como o SPD e vêm sendo muito usadas do outono à primavera para fornecimento de forragem e/ou palhada nesses sistemas produtivos.

Kliemann et al. (2006), estudando taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura no Cerrado, em Latossolo Vermelho distrófico, verificaram que as palhadas mais frágeis e menos persistentes, em ordem decrescente, foram as do capim Mombaça, do sorgo granífero, do milheto, de estilosantes, guandu e capim Marandu em cultivo exclusivo e em consórcio com milho. Dessa maneira, a correta escolha da espécie vegetal a ser utilizada é extremamente importante, uma vez que devem ser considerados os fatores climáticos característicos de cada região e o tipo de solo. No Cerrado, o clima é caracterizado por inverno seco, altas temperaturas no decorrer do ano e estação seca prolongada, o que dificulta a implantação de plantas de cobertura e, principalmente, a permanência da palhada na área de cultivo, sendo esses fatores um dos maiores entraves na manutenção do SPD (Pacheco et al., 2008).

Esse fato reforça a preocupação de produzir palhada com decomposição mais lenta, o que significa mantê-la sobre o solo por maior período de tempo (Torres et al., 2005). Nesse contexto, a utilização de culturas na entressafra objetivando a cobertura do solo e a ciclagem de nutrientes torna-se importante na diversificação da produção agrícola com sustentabilidade (Pariz et al., 2011a), assim como a permanência da palhada na superfície do solo, para a manutenção e a proteção do sistema solo-planta, beneficiando a manutenção da umidade e favorecendo a biota do solo (Calvo et al., 2010).

Várias culturas têm sido utilizadas e testadas para cobertura de solo, rotação e pastejo no outono-inverno, entre as mais promissoras estão o milho, o milheto, o sorgo granífero e o forrageiro, o nabo forrageiro e as gramíneas forrageiras tropicais, consorciadas ou não, sobretudo as braquiárias. Nesse contexto ressalta-se ainda que a adubação nitrogenada geralmente aumenta a produtividade de massa seca e acelera a decomposição e mineralização da matéria orgânica (diminui a relação C/N), o que pode interferir na manutenção do SPD. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a decomposição da palhada de *Urochloa* e *Panicum* após o consórcio com milho e adubação nitrogenada, assim como o desempenho agrônômico da soja em sucessão no Cerrado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) situada no município de Selvíria, MS, coordenadas geográficas 51° 22' de longitude Oeste e 20° 22' de latitude Sul, com altitude de 335 metros, em um Latossolo Vermelho distroférrico, textura argilosa (EMBRAPA, 2006), com valores de granulometria de 420, 50 e 530 g kg⁻¹ de areia, silte e argila, respectivamente. De acordo com Köppen, o clima da região é classificado como Aw, tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. A precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa médias anuais são de aproximadamente 1.370 mm, 23,5 °C e 70%-80%, respectivamente. Os valores dessas médias, durante a condução do experimento, constam na figura 1.

A área experimental tinha histórico de sistema de plantio direto de oito anos, com cultivo antecessor de *U. ruziziensis* (sempre ceifada antes do florescimento), que havia sido anteriormente implantada em consórcio com a cultura do milho no Sistema Santa Fé. Antes da semeadura da cultura do milho, em 1.º/12/2009, a área experimental foi manejada com o herbicida glyphosate na dose de 1,44 kg ha⁻¹ do ingrediente ativo (i.a.), para dessecação das plantas daninhas existentes na área experimental.

Com objetivo de caracterizar o solo inicialmente, isto é, antes da semeadura do milho e das espécies forrageiras, efetuou-se o levantamento da situação de sua fertilidade (Rajj et al., 2001) na camada de 0 a 0,20 m (20 perfis de

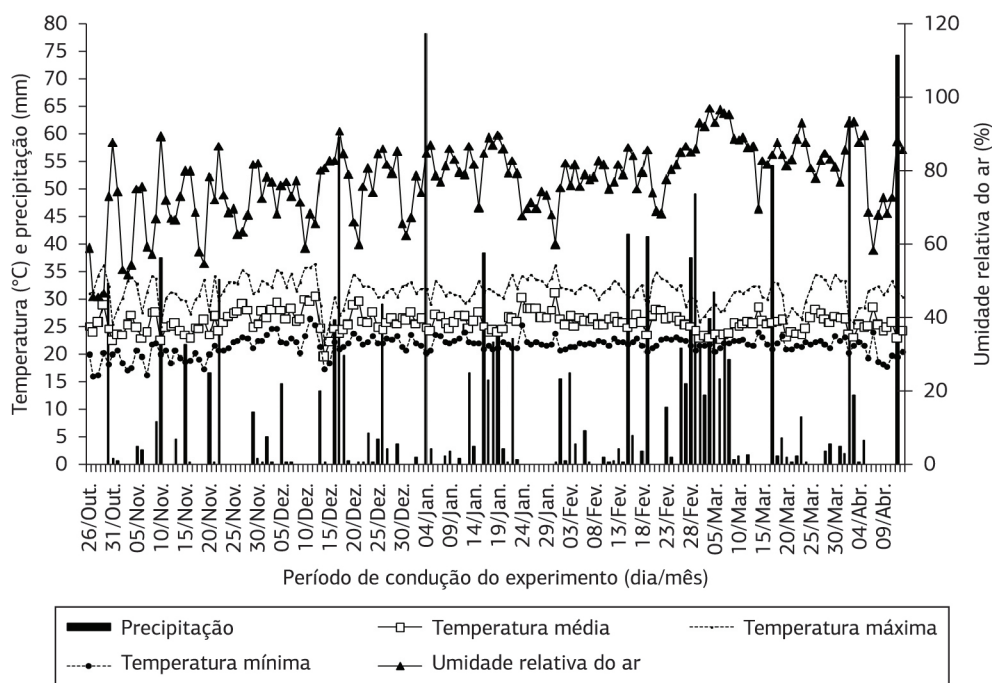


Figura 1. Precipitação pluvial (mm), umidade relativa do ar (%) e temperaturas (°C) máximas, médias e mínimas após o último corte das forrageiras e durante a condução da cultura da soja em Selvíria, MS, em 2010.

tradagem para a coleta do solo com estrutura deformada, realizados com um trado de rosca), da sua resistência mecânica à penetração por penetrômetro de impacto (Stolf, 1991) e da umidade gravimétrica na mesma camada, em cinco amostras por parcela. O solo contido na amostra composta, originada das 20 amostras simples, foi destinado às análises químicas para fins de fertilidade, apresentando 21 mg dm⁻³ de P; 21 g dm⁻³ de MO; pH em CaCl₂ de 4,9; teores de K, Ca, Mg, H+Al e Al de, respectivamente, 4,8, 20, 11, 45 e 3 mmol dm⁻³ e valores de SB e CTC de 36,4 e 81,1 mmol_c dm⁻³, respectivamente, além de saturação por bases de 45%. Já a resistência mecânica à penetração foi de 3,73 MPa e a umidade gravimétrica, de 198,8 g kg⁻¹.

O híbrido do milho utilizado foi o DKB 390 YG, que é recomendado para a região, em espaçamento de 0,90 m com seis sementes m⁻¹ em SPD. As sementes de milho foram tratadas com o inseticida Thiodicarb, na dose de 700 g de i.a.100 kg⁻¹ de sementes, e a adubação mineral de semeadura constou da aplicação de 20 kg ha⁻¹ de N, 70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 kg ha⁻¹ de K₂O, correspondendo a 250 kg ha⁻¹ do fertilizante formulado 8-28-16, seguindo-se as recomendações de Cantarella et al. (1996) para a cultura do milho, com base na fertilidade do solo. A semeadura do milho foi mecanizada e realizada no dia 16/12/2009.

As sementes dos capins foram semeadas mecanicamente no dia 16/12/2009, em espaçamento entrelinhas de 0,34 m e na quantidade de 5 kg ha⁻¹ de sementes puras viáveis (VC = 76%), sendo que nos consórcios em que os capins foram semeados simultaneamente ao milho realizou-se a operação mecanizada com uma semeadora com mecanismo

sulcador de discos para SPD. As sementes dos capins foram depositadas mecanicamente no solo na profundidade de 0,03 m. Foi aplicada uma subdose do herbicida Nicosulfuron (200 mL do p.c. ha⁻¹) a fim de se reduzir o crescimento das forrageiras.

Quando a cultura do milho atingiu o estágio fenológico V6 (seis folhas totalmente desenvolvidas), procedeu-se à adubação de cobertura, aplicando-se 100 kg ha⁻¹ de N, na forma de ureia. Essa quantidade seguiu as recomendações de Cantarella et al. (1996) para se atingir a produtividade de 8-10 t ha⁻¹ de grãos, com classe de resposta alta para esse nutriente, sendo essa quantidade indicada para áreas nos primeiros anos sob SPD ou em cultivos antecessores de gramíneas. Após a adubação nitrogenada, a área foi irrigada por aspersão, com uma lâmina de água de aproximadamente 14 mm, para minimizar as perdas de N por volatilização da amônia. A irrigação foi efetuada sempre que necessária, por meio de pivô central, com uma lâmina de água calculada com base nas condições climáticas locais e do Kc da cultura do milho.

Após a colheita do milho (em 29/4/2010), foi efetuado um corte de homogeneização das forrageiras, com auxílio de uma roçadora motorizada, a uma altura média de 0,30 m em relação ao solo. Esse manejo teve como objetivo simular o corte das plantas forrageiras, sem remoção do material da área. Após essa operação, o material permaneceu sobre a superfície do solo. Em seguida foi realizada a adubação nitrogenada a lanço, na forma de ureia, a qual constituiu os tratamentos.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas. As parcelas foram constituídas por *Urochloa brizantha* cv. Xaraés (MBS), *Urochloa ruziziensis* (MRS), *Panicum maximum* cv. Tanzânia (MTS) e cv. Mombaça (MMS), semeadas na ocasião da semeadura do milho, e as subparcelas, compostas pela ausência de adubação nitrogenada e doses de N (50, 100 e 200 kg ha⁻¹) aplicadas após cada corte das forrageiras. As dimensões das parcelas foram de 25 m de comprimento com quatro linhas de milho espaçadas de 0,90 m. Cada subparcela foi constituída por 3,6 m de largura e 6,0 m de comprimento, perfazendo 21,6 m².

Trinta dias após o corte de homogeneização das forrageiras (em 11/5/2010), procedeu-se, a cada 30 dias, a um corte (total de cinco cortes), durante o período de maio a outubro de 2010. As forrageiras foram manejadas por roçadora mecânica, a uma altura média de 0,30 m, conforme recomendação de Pires (2006) para essas espécies. O adubo nitrogenado (ureia) foi distribuído em cobertura a lanço após cada corte, conforme os tratamentos descritos acima.

Após o manejo de corte das forrageiras foi semeada a soja Monsoy cv. 7211 RR no dia 9/11/2010, com sementes inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* (Turfo com 600 mil células viáveis/semente), em espaçamento de 0,45 m com 24 sementes m⁻¹ em sistema de plantio direto. Como adubação de semeadura aplicou-se 300 kg ha⁻¹ da formulação 0-28-16, com base na análise química de solo inicial.

Logo após o último corte das forrageiras (em 12/10/2010), quantidade proporcional de massa fresca das espécies de cada subparcela (após dessecação e manejo com triturador de resíduos vegetais) foi acondicionada dentro de sacos de nylon denominados "Litter Bags" de 0,06 m² (0,30 m de comprimento por 0,20 m de largura), sendo eles depositados, em contato direto com o solo, no dia 9/11/2010, nas subparcelas da área experimental compostas pelas quantidades acumuladas de nitrogênio aplicadas nas plantas forrageiras anteriores ao cultivo da soja (0, 250, 500 e 1.000 kg ha⁻¹ de N, após cinco cortes), para posterior determinação do tempo de decomposição da massa seca ao longo de um período de 150 dias.

Em função da produtividade de massa seca homogênea, após cinco cortes (Tabela 1), entre os consórcios estabelecidos em semeadura simultânea (milho e forrageiras), foram instalados "Litter Bags" nas subparcelas, nos quais foram realizadas as avaliações mensais de decomposição da palhada remanescente ao longo de 150 dias, após o manejo de dessecação e corte. O primeiro "Litter Bag" (saquinho) foi retirado no dia 9/12/2010 e os demais foram retirados um a cada 30 dias, a fim de avaliar o remanescente de palha no seu interior. Para isso foi coletada a massa fresca de dentro de cada "Litter Bag" retirado do campo experimental, a qual foi limpa em peneira e dela foi determinada a massa seca (em estufa a 65 °C até massa constante).

Na cultura da soja foram realizadas as seguintes avaliações: altura de inserção da primeira vagem, população de plantas e os componentes de produção da soja (número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de 100 grãos) e a produtividade de grãos.

Para a análise estatística utilizou-se o programa SISVAR[®] (Ferreira, 1999), avaliando-se a significância dos tratamentos, pelo teste F, e a comparação das médias, para efeito das forrageiras e da decomposição da palhada nos tratamentos, pelo teste de Tukey (P<0,05), a regressão polinomial, para doses de N, e o tempo de decomposição da palhada dos tratamentos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o consórcio com o milho e a aplicação das doses de N em cinco cortes das forrageiras, verificou-se que não houve diferença na produção total de massa seca de palha das forrageiras dos gêneros *Panicum* e *Urochloa*, sendo constatado, em média, 13.506 kg ha⁻¹ de M.S. (Tabela 1). Quanto ao incremento das doses de N, houve resposta linear crescente da produção total de massa seca de palha dessas forrageiras com irrigação, mesmo no período de outono/inverno. Cecato et al. (2000) obtiveram menores produtividades de massa seca total (5.700 e 4.800 kg ha⁻¹) no período seco (sem irrigação) e maiores produtividades (21.100 e 16.500 kg ha⁻¹) no período chuvoso para os capins Mombaça e Tanzânia, respectivamente.

A altura de inserção da primeira vagem, a população de plantas e os componentes de produção da soja (número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de

Tabela 1. Produção total de massa seca de palha das forrageiras dos gêneros *Panicum* e *Urochloa* após os consórcios e em função de doses de N aplicadas após cinco cortes das forrageiras em Selvíria, MS, em 2010/2011

Consórcios	Produtividade total de massa seca (kg ha ⁻¹)
MTS*	13.452 a
MMS	14.121 a
MBS	13.586 a
MRS	12.866 a
D.M.S.	2.043
Doses de N (kg ha ⁻¹)	
0	11.845 ⁽¹⁾
250	13.271
500	13.736
1.000	15.172
C.V. (%)	16,04

*MTS (*P. maximum* cv. Tanzânia semeado simultaneamente ao milho); MMS (*P. maximum* cv. Mombaça semeado simultaneamente ao milho); MBS (*U. brizantha* cv. Xaraés semeado simultaneamente ao milho) e MRS (*U. ruziziensis* semeado simultaneamente ao milho); médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%; ⁽¹⁾Y = 12128,3324 + 3,1493 X (R² = 0,96**)

100 grãos) e a produtividade de grãos de soja não foram influenciados significativamente pelas palhadas das forrageiras (Tabela 2), provavelmente porque as taxas de decomposição (Figuras 2b e 3b) e mineralização das palhadas das forrageiras foram semelhantes. Além disso, o solo apresentava razoável fertilidade e histórico de oito a nove anos em SPD.

Chioderoli et al. (2012) também não constataram diferença na produção de grãos de soja sobre as palhadas da *U. brizantha*, *U. ruziziensis* e *U. decumbens*, quando semeadas na entrelinha e na ocasião da semeadura da cultura do milho em Selvíria, MS. Entretanto, Broch et al. (1997) estudaram a cultura de soja sob o sistema de plantio direto no Mato Grosso do Sul e evidenciaram melhores produtividades da soja cv. FT Líder em palhada de *U. brizantha* e pior na monocultura da leguminosa utilizando adubação de 250 kg ha⁻¹ da fórmula 0-25-25. Esses autores ainda constataram que a soja cultivada em palhada de *U. decumbens* oriunda de pastagem degradada (pastejo durante 15 anos e com solo não degradado, sem problemas de compactação subsuperficial mas compactadas superficialmente pelo pisoteio dos animais até aproximadamente 0,10 m de profundidade) apresentou produtividade de grãos que variou entre 2.125 kg ha⁻¹ (prejudicada pela falta de inoculação) a 3.060 kg ha⁻¹. Assim, como no trabalho, a inoculação realizada de acordo com as prerrogativas de práticas culturais para a soja e as adubações nitrogenadas antecessoras das forrageiras pouco influenciaram no crescimento e componentes de produção e produtividade da cultura (Tabela 2), uma vez que a simbiose com as bactérias do gênero *Bradyrhizobium* fornecem mais de 250 kg ha⁻¹ de N para a cultura da soja.

Pitol et al. (2001) obtiveram produtividade de soja sob palhada de braquiárias (*U. decumbens* e *U. brizantha*) em

solos anteriormente cobertos por pastagens degradadas variando de 2.404 a 3.468 kg ha⁻¹, portanto semelhantes às obtidas no presente trabalho. Estudando o efeito das palhadas de arroz e *U. brizantha* sobre a produtividade de grãos de soja, Kluthcouski e Stone (2003) constataram melhores resultados de produtividade sobre palhada de *U. brizantha*.

Com relação à decomposição de *Urochloa* e *Panicum* (Figura 2a), verificou-se que a produtividade de massa seca remanescente das espécies forrageiras foi influenciada pela adubação nitrogenada na pastagem, apresentando efeito linear decrescente em função do número de dias após o manejo de corte (0, 30, 60, 90, 120 e 150 DAM) para todas as doses de N aplicadas. Analisando-se o efeito de doses de N dentro de épocas de coleta, constatou-se diferença entre as doses de N apenas aos zero e 30 DAM das forrageiras, com maior massa seca de palha na dose de 200 kg ha⁻¹ de N em ambas as épocas mencionadas (Tabela 3).

A produtividade de massa seca remanescente das espécies forrageiras foi influenciada pelos consórcios das forrageiras dos gêneros *Panicum* e *Urochloa* (Figura 2b), apresentando também ajuste linear decrescente em função do número de dias após o manejo de corte (0, 30, 60, 90, 120 e 150 DAM), para todas as espécies forrageiras. Quanto ao efeito dos consórcios das forrageiras dentro de épocas de coleta, houve diferença entre os consórcios aos 30, 60 e 90 DAM, sendo observada maior massa de palhada remanescente para consórcio MMS, apesar deste não diferir sempre dos outros tratamentos (Tabela 3). Tal resultado pode ser atribuído ao maior teor de fibra em detergente ácido (FDA) do capim Mombaça, observado principalmente no quinto corte (dados não apresentados).

Tabela 2. Altura de inserção da primeira vagem, população de plantas, componentes de produção e produtividade da cultura da soja cultivada sob a palhada de forrageiras dos gêneros *Panicum* e *Urochloa* após os consórcios e em função de doses de N aplicadas após cada corte das forrageiras em Selvíria, MS, em 2010/2011

Consórcios	Altura de inserção da primeira vagem (cm)	População (plantas ha ⁻¹)	Número de vagens por planta	Número de grãos por vagem	Massa 100 grãos (g)	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)
MTS*	13,84 a	217.013 a	55,01 a	1,87 a	13,03 a	2.884 a
MMS	14,16 a	237.500 a	62,30 a	1,78 a	12,92 a	3.363 a
MBS	13,40 a	232.291 a	54,70 a	1,82 a	12,84 a	3.010 a
MRS	13,23 a	246.874 a	53,57 a	1,87 a	13,01 a	3.176 a
D.M.S.	5,80	55.150	33,29	0,41	0,38	1.288
C.V. (%)	35,69	20,15	21,28	6,63	2,50	36,89
Doses de N (kg ha⁻¹)						
0	13,40	228.299	53,56	1,80 ⁽¹⁾	12,98	2.837
50	14,94	232.639	55,13	1,84	12,96	3.114
100	13,16	230.382	54,43	1,84	12,96	2.970
200	13,20	231.771	52,41	1,81	12,99	2.853
C.V. (%)	30,62	13,51	30,72	5,40	2,46	32,95

*MTS (*P. maximum* cv. Tanzânia semeado simultaneamente ao milho); MMS (*P. maximum* cv. Mombaça semeado simultaneamente ao milho); MBS (*U. brizantha* cv. Xaraés semeado simultaneamente ao milho) e MRS (*U. ruziziensis* semeado simultaneamente ao milho); médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%; ⁽¹⁾Y = 1,796392 + 0,000961X - 0,000004X² (R² = 0,94* e PM = 120 kg ha⁻¹ de N)

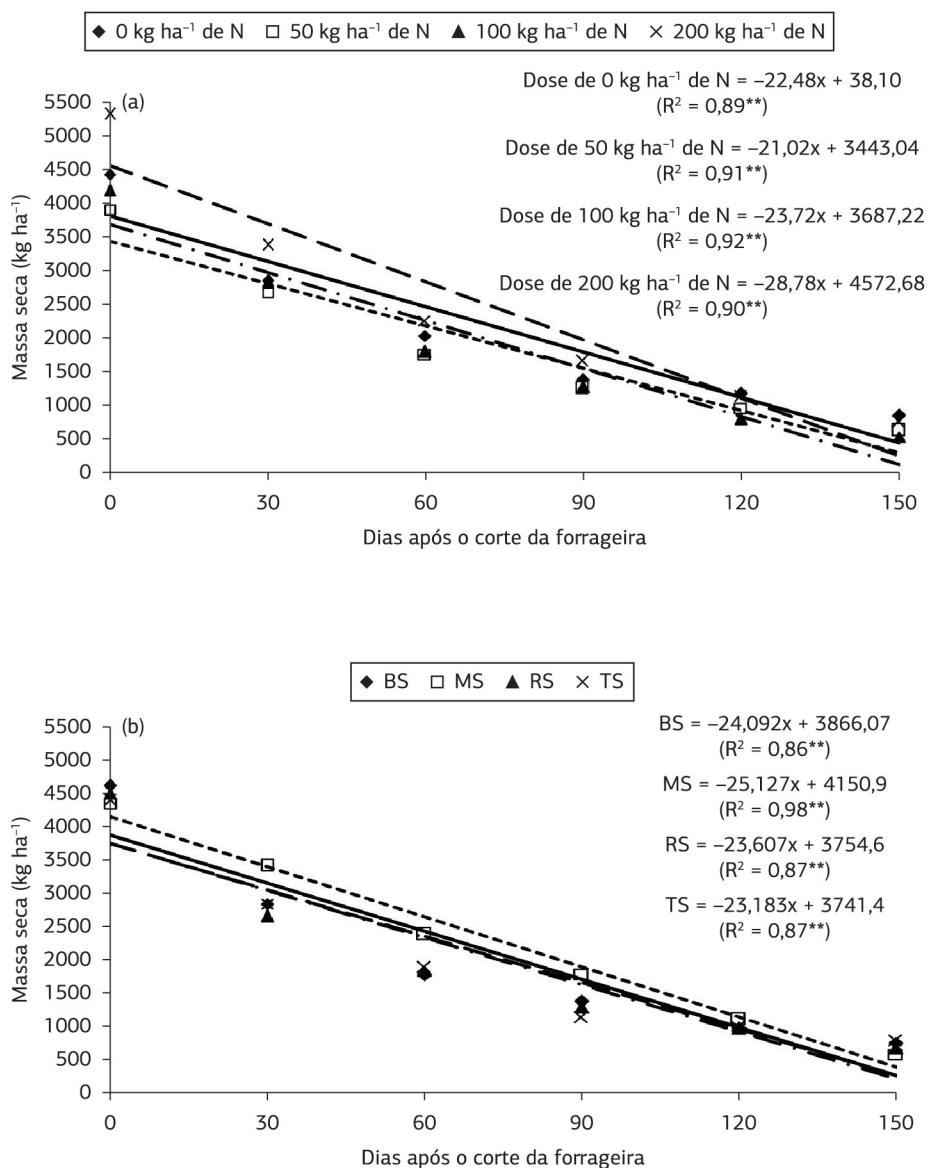


Figura 2. Massa seca de palha das forrageiras dos gêneros *Panicum* e *Urochloa* remanescente no solo até 150 DAM em função da adubação nitrogenada (a) e em função dos consórcios das forrageiras (b), em Selvíria, MS. BS e RS: capins Xaraés e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; MS e TS: capins Mombaça e Tanzânia semeados simultaneamente ao milho, respectivamente **: (p<0,01).

Da mesma forma que para a massa seca residual, o percentual de palha remanescente das espécies forrageiras também foi influenciado pela adubação nitrogenada, ajustando-se à regressão linear decrescente em função do número de dias após o manejo de corte (0, 30, 60, 90, 120 e 150 DAM), independentemente das doses de N aplicadas (Figura 3a).

O percentual de palha remanescente das espécies forrageiras também foi influenciado pelo consórcio das forrageiras dos gêneros *Panicum* e *Urochloa* (Figura 3b), apresentando ajuste linear decrescente em função do número de dias após o manejo de corte (0, 30, 60, 90, 120 e 150 DAM), independentemente da espécie forrageira.

Em trabalho semelhante desenvolvido por Pariz et al. (2011b), no geral, pela baixa relação lignina/N total dos

capins, aos 180 DAM a palhada remanescente apresentou quantidade inferior a 1.000 kg ha⁻¹, o que foi observado no presente estudo aos 150 DAM para todas as forrageiras. Ainda segundo esses autores, aos 180 DAM, independentemente da dose de N aplicada no inverno/primavera, a porcentagem de palhada foi de aproximadamente 25%, 10% e 20% para os consórcios MTS, MMS e MBS, respectivamente, e, pela forma de crescimento mais decumbente do capim Ruziziensis, com maior quantidade de colmos e estolões, e em função da menor deposição de palhada sobre o solo, a decomposição desse capim na ausência de adubação nitrogenada foi mais rápida, atingindo 11,18% da palhada inicial aos 180 DAM, diferindo do verificado no presente estudo para o consórcio MRS.

Tabela 3. Massa seca de palha das forrageiras dos gêneros *Panicum* e *Urochloa* remanescente no solo até 150 DAM em função dos consórcios e de doses de N aplicadas após cada corte das forrageiras, em Selvíria, MS, em 2010/2011

Consórcios	Dias após o manejo das forrageiras (DAM)					
	0	30	60	90	120	150
MTS*	4390 a	2843 b	1875 ab	1126 b	1009 a	772 a
MMS	4350 a	3407 a	2380 a	1790 a	1093 a	579 a
MBS	4617 a	2844 b	1780 b	1372 ab	986 a	754 a
MRS	4502 a	2648 b	1840 b	1283 ab	969 a	663 a
D.M.S.				523		
Doses de N (kg ha ⁻¹)						
0	4433 b	2856 b	2043 a	1384 a	1173 a	853 a
50	3911 c	2681 b	1764 a	1251 a	962 a	629 a
100	4202 bc	2827 b	1800 a	1275 a	803 a	582 a
200	5313 a	3378 a	2268 a	1660 a	1120 a	746 a
D.M.S.				515		
C.V. (%)				27,53		

*MTS (*P. maximum* cv. Tanzânia semeado simultaneamente ao milho); MMS (*P. maximum* cv. Mombaça semeado simultaneamente ao milho); MBS (*U. brizantha* cv. Xaraés semeado simultaneamente ao milho) e MRS (*U. ruziziensis* semeado simultaneamente ao milho); médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%

Por outro lado, em trabalho semelhante desenvolvido por Kliemann et al. (2006), as perdas de massa de *Urochloa* corresponderam a 48% até os 150 dias, e a 62% até 360 dias. Foram observadas reduções de fitomassa próximas de 60% no período de 112 dias na estação chuvosa e de 50% no período de 140 dias na estação seca. De forma semelhante, Rezende et al. (1999) constataram que a palhada de *U. humidicola* reduziu-se em aproximadamente 60% no período de 112 dias na estação mais chuvosa e em cerca de 50% no período de 140 dias na estação menos chuvosa.

Mesmo com maior quantidade de palha advinda da adubação na dose de 200 kg ha⁻¹ por corte (Figuras 2a e 3a), a decomposição inicial mais gradativa não resultou em diferença significativa entre os tratamentos, pois com efeito linear decrescente, aos 150 DAM restavam ao redor de 500 a 1.000 kg ha⁻¹ de palha, ou seja, entre 10% a 20% de palhada remanescente, semelhante ao obtido por Pariz et al. (2011b), que como no presente trabalho também constataram que aos 60 DAM restavam ainda entre 50% e 60% da palhada inicial para a manutenção do SPD. Deve-se destacar a alta pluviosidade no período de avaliação durante a condução da cultura da soja (Figura 1), o que pode ter influenciado diretamente na rápida decomposição da palhada das forrageiras. Com relação aos consórcios (Figuras 2b e 3b), o comportamento foi muito semelhante ao das doses de N: mesmo o MMS resultou em decomposição inicial mais lenta, pela maior produtividade de massa seca; ao final do período de avaliação restavam ao redor de 500 kg ha⁻¹ de palha, correspondendo a 10 a 15% de palhada remanescente.

Boer et al. (2007) avaliaram a ciclagem de nutrientes no Cerrado utilizando plantas de cobertura semeadas na safrinha e constataram que a maioria dos nutrientes é liberada de forma precoce para aproveitamento da safra seguinte em razão da acelerada decomposição dos resíduos vegetais, portanto, pelo comportamento semelhante na

decomposição da palhada, tanto por efeito dos consórcios quanto pelo efeito da adubação nitrogenada, no presente trabalho esses tratamentos não influenciaram na produtividade da soja, uma vez que pela afirmativa anterior podem não ter interferido na nutrição das plantas. Assim, para compensar essa defasagem, torna-se necessário o estudo de técnicas que aumentem o acúmulo de fitomassa por parte das plantas de cobertura (Kliemann et al., 2006) e que sincronizem a decomposição da palhada e a taxa de liberação dos nutrientes com a demanda das culturas anuais semeadas em sucessão (Gama-Rodrigues et al., 2007).

Alguns trabalhos têm sido desenvolvidos para avaliar o potencial de decomposição e mineralização de várias espécies de plantas de cobertura, especialmente em sistema de plantio direto (Torres et al., 2005) e pastagens consorciadas (Oliveira et al., 2003). Os resultados obtidos na presente pesquisa demonstram o potencial de utilização dessas espécies como plantas de cobertura para a região do Cerrado, principalmente em períodos de entressafra, pois além de acumularem razoável quantidade de biomassa, promovem a reciclagem de nutrientes e sua liberação gradativa, na qual a sua disponibilidade pode ser rápida e intensa, dependendo, dentre outros fatores, do regime de chuvas, da espécie empregada e do tipo de solo (Rosolem et al., 2003). Além do que a maior cobertura do solo contribui para manter os níveis de umidade elevados e para a redução das perdas pela erosão, reforçando a indicação dessas espécies para uso como plantas de cobertura.

Nesse contexto, os resultados do trabalho em questão demonstram o elevado potencial de utilização das forragens em sistemas de ILP sob SPD, tanto como forragem para o inverno/primavera (entressafra), como palhada para a cultura subsequente (soja) na região do Cerrado, pois além de seus resíduos protegerem o solo contra a erosão, promovem a

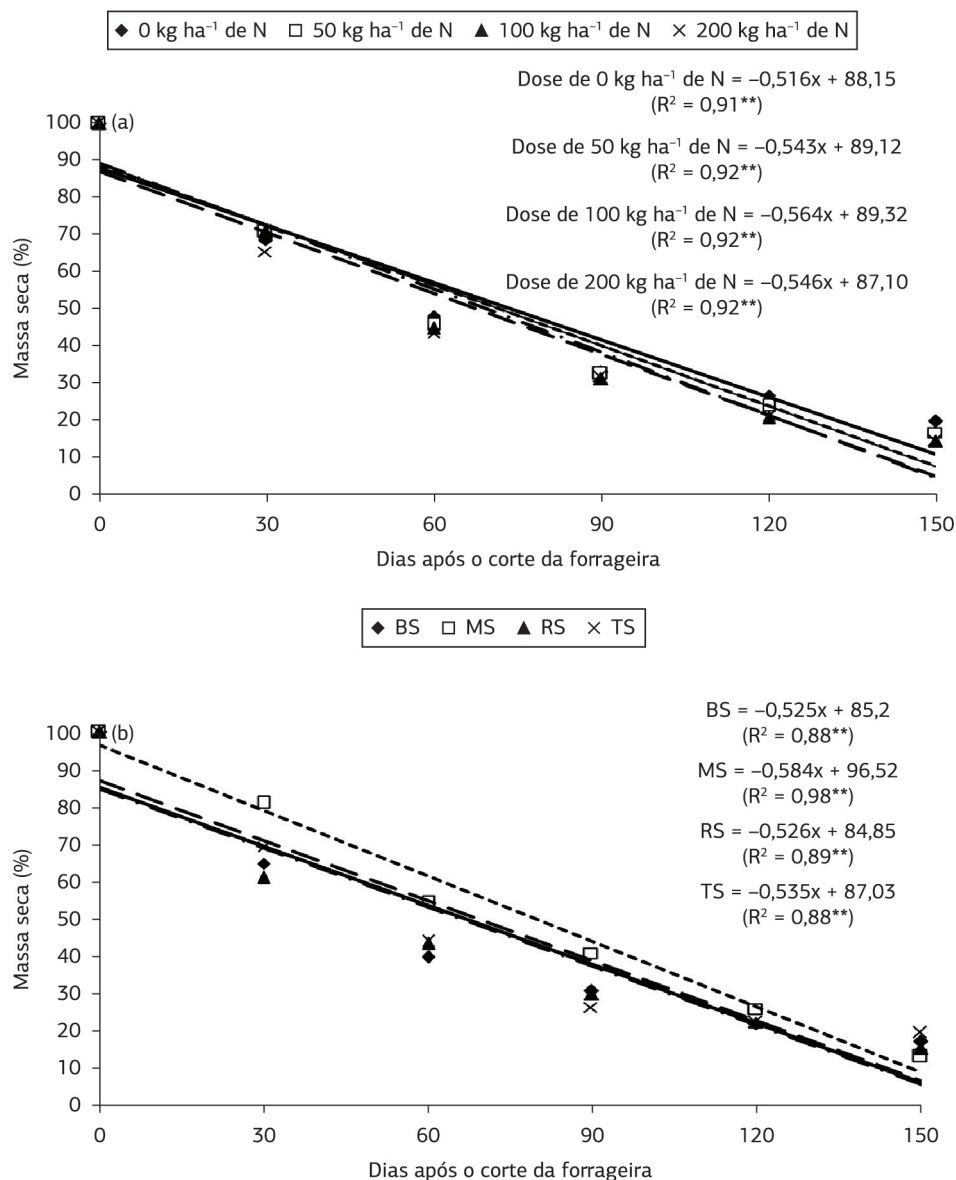


Figura 3. Percentual de palha das forrageiras dos gêneros *Panicum* e *Urochloa* remanescente no solo até 150 DAM em função da adubação nitrogenada (a) e em função dos consórcios das forrageiras (b), em Selvíria, MS. BS e RS: capins Xaraés e Ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; MS e TS: capins Mombaça e Tanzânia semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; **: (p<0,01).

reciclagem de nutrientes, favorecendo o cultivo de culturas em sucessão.

4. CONCLUSÃO

Os consórcios de milho com forrageiras dos gêneros *Panicum* e *Urochloa* e adubação nitrogenada antecedente não influenciam a maioria dos componentes de produção e a produtividade da soja em sucessão no sistema de plantio direto.

As forrageiras *P. maximum* cv. Tanzânia, *U. brizantha* cv. Xaraés, *U. ruziziensis* após o consórcio com milho apresentam decomposição da palhada muito parecida, independentemente das doses de N.

A massa de palhada remanescente do *P. maximum* cv. Mombaça foi a maior dos 30 aos 90 dias após o manejo das forrageiras.

As doses de nitrogênio interferem de forma semelhante na decomposição da palhada inicial das forrageiras.

Todos os consórcios de milho com forrageiras dos gêneros *Panicum* e *Urochloa* e adubação nitrogenada antecedente

determinam que aos 60 DAM restavam ainda entre 50% e 60% da palhada inicial para o sistema de plantio direto.

REFERÊNCIAS

- BOER, C.A.; ASSIS, R.L.; SILVA, G.P.; BRAZ, A.J.B.P.; BARROSO, A.L.L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F.R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, p.1269-1276, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2007000900008>
- BROCH, D.L.; PITOL, C.; BORGES, E.P. Integração agricultura-pecuária: plantio direto de soja na integração agropecuária. Maracajú: Fundação MS, 1997. 24p. (Informativo Técnico)
- CALVO, C.L.; FOLONI, J.S.S.; BRANCALIÃO, S.R. Produtividade de fitomassa e relação c/n de monocultivos e consórcios de guandunhão, milheto e sorgo em três épocas de corte. *Bragantia*, v.69, p.77-86, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052010000100011>
- CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van; CAMARGO, C.E.O. Cereais. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). *Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1996. p.43-71. (Boletim Técnico, 100)
- CARPENEDO, V.; MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos Roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.14, p.99-105, 1990.
- CARVALHO, F.L.C.; COGO, N.P.; LEVIEN, R. Eficácia relativa de doses e formas de manejo de resíduos culturais de trigo na redução da erosão hídrica do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.14, p.227-234, 1990. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982000000300004>
- CECATO, U.; MACHADO, E.N.; MARTINS, E.; PEREIRA, L.A.; BARBOSA, M.A.A.; SANTOS, G.T. Avaliação da produção e de algumas características fisiológicas de cultivares e acessos de *Panicum maximum* Jacq. sob duas alturas de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, p.660-668, 2000.
- 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 e Ambiental*, v.16, p.37-43, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662012000100005>
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: CNPS, 2006. 306p.
- FERREIRA, D.F. SisVar: sistema de análise de variância. Lavras: UFLA/DEX, 1999.
- GAMA-RODRIGUES, A.C.; GAMA-RODRIGUES, E.F.; BRITO, E.C. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho-Amarelo na região Noroeste Fluminense (RJ). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.31, p.1421-1428, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832007000600019>
- GONÇALVES, C.N.; CERETTA, C.A. Plantas de cobertura de solo antecedendo o milho e seu efeito sobre o carbono orgânico do solo, sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.23, p.307-313, 1999.
- KLIEMANN, H.J.; BRAZ, A.J.B.P.; SILVEIRA, P.M. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho Distroférico. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.36, p.21-28, 2006.
- KLUTHCOUSKI, J.; STONE L.F. Desempenho de culturas anuais sobre palhada de Braquiária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Eds.). *Integração lavoura-pecuária*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.514-518. cap.18.
- MACHADO, P.L.O.A.; SILVA, C.A. Soil management under no-tillage systems in the tropics with special reference to Brazil. *Nutrients Cycling in Agroecosystems*, v.61, p.119-130, 2001. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1013331805519>
- OLIVEIRA, C.A.; MUZZI, M.R.S.; PURCINO, H.A.; MARIEL, I.E.; SÁ, N.M.H. Decomposition of Archis pintoi and Hyparrhenia rufa litters in monoculture and intercropped systems under lowland soil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.38, p.1089-1195, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2003000900010>
- PACHECO, L.P.; PIRES, F.R.; MONTEIRO, F.P.; PROCOPIO, S.O.; ASSIS, R.L.; CARMO, M.L.; PETTER, F.A. Desempenho de plantas de cobertura em sobressemeadura na cultura da soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.43, p.815-823, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2008000700005>
- PARIZ, C.M.; ANDREOTTI, M.; BUZZETTI, S.; BERGAMASCHINE, A.F.; ULIAN, N.A.; FURLAN, L.C.; MEIRELLES, P.R.L.; CAVASANO, F.A. Straw decomposition of nitrogen-fertilized grasses intercropped with irrigated maize in an integrated crop-livestock system. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.35, p.2029-2037, 2011a. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832011000600019>
- PARIZ, C.M.; AZENHA, M.V.; ANDREOTTI, M.; ARAÚJO, F.C.M.; ULIAN, N.A.; BERGAMASCHINE, A.F. Produção e composição bromatológica de forrageiras em sistema de integração lavoura-pecuária em diferentes épocas de semeadura. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.46, p.1392-1400, 2011b. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000037>
- PIRES, W. Manual de pastagem: formação, manejo e recuperação. Viçosa: Aprenda Fácil, 2006. 302p.
- PITOL, C.; GOMES, E.L.; ERBES, E.I. Avaliação de cultivares de soja em plantio direto sobre *Brachiaria*. In: FUNDAÇÃO MS. Resultados de pesquisa e experimentação: safra 2000/2001. Maracajú, 2001. p.40-48.
- RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. (Eds.). *Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais*. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2001. 285p.
- REICOSKY, D.C.; FORCELLA, F. Cover crop and soil quality interactions in agroecosystems. *Journal of Soil Water Conservation*, v.53, p.224-229, 1998.

REZENDE, C.P.; CANTARUTTI, R.B.; BRAGA, J.M.; GOMIDE, J.A.; PEREIRA, J.M.; FERREIRA, E.; TARRÉ, R.; MACEDO, B.J.R.; URQUIAGA, S.; CADISCH, G.; GILLER, K.E.; BODDEY, R.M. Litter deposition and disappearance in *Brachiaria* pastures in the Atlantic Forest region of South of Bahia, Brazil. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, v.54, p.99-112, 1999. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1009797419216>

ROSOLEM, C.A.; CALONEGO, J.C.; FOLONI, J.S.S. Lixiviação de potássio da palha de espécies de cobertura de solo de acordo com a quantidade de chuva aplicada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, p.355-362, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832003000200015>

STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.15, p.229-235, 1991.

SOUZA, W.J.O.; MELO, W.J. Teores de nitrogênio no solo e nas frações da matéria orgânica sobre diferentes sistemas de produção de milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.24, p.885-896, 2000.

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*, v.29, p.609-618, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832005000400013>