



Revista Brasileira de Ciência do Solo

ISSN: 0100-0683

revista@sbccs.org.br

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo

Brasil

Costa, Nídia Raquel; Andreotti, Marcelo; Buzetti, Salatiér; Mascarenhas Lopes, Keny Samejima;
Garcia dos Santos, Fernanda; Magalhães Pariz, Cristiano
**ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES E DECOMPOSIÇÃO DA PALHADA DE BRAQUIÁRIAS EM
RAZÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA DURANTE E APÓS O CONSÓRCIO COM A CULTURA
DO MILHO**

Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 38, núm. 4, 2014, pp. 1223-1233

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo

Viçosa, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180231726019>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Comissão 3.3 - Manejo e conservação do solo e da água

ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES E DECOMPOSIÇÃO DA PALHADA DE BRAQUIÁRIAS EM RAZÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA DURANTE E APÓS O CONSÓRCIO COM A CULTURA DO MILHO⁽¹⁾

**Nídia Raquel Costa⁽²⁾, Marcelo Andreotti⁽³⁾, Salatiér Buzetti⁽³⁾, Keny Samejima
Mascarenhas Lopes⁽⁴⁾, Fernanda Garcia dos Santos⁽⁴⁾ & Cristiano Magalhães Pariz⁽⁵⁾**

RESUMO

Em regiões de clima tropical, as principais limitações na manutenção de palhada na superfície do solo são a dificuldade de sua implantação e as suas elevadas taxas de decomposição. Visando identificar o potencial produtivo dos capins xaraés e ruziziensis, bem como a posterior formação de palhada para continuidade do sistema plantio direto, avaliou-se a produtividade de massa seca, a relação lignina/N total, o acúmulo de macronutrientes e a decomposição da palhada em duas safras agrícolas. Os tratamentos foram constituídos por duas espécies de braquiária (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés e *Brachiaria ruziziensis*), implantadas em consórcio com a cultura do milho e adubadas com as mesmas doses de N (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹), durante e após o consórcio com a cultura do milho. O tempo de decomposição da palhada durante o período de 120 dias foi avaliado pelo método das sacolas de decomposição (*litter bags*). A adubação nitrogenada não influenciou a produtividade de massa seca dos capins xaraés e ruziziensis, a relação lignina/N total e a quantidade de palhada depositada sobre a superfície do solo após o consórcio com milho, porém elevou os acúmulos de N, K, Mg e S. Os capins xaraés e ruziziensis apresentaram potencial de produção de palhada acima de 4.000 kg ha⁻¹ na entressafra, com a manutenção de 15 a 60 % dessa quantidade aos 120 dias após o manejo.

Termos de indexação: *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés, *Brachiaria ruziziensis*, sistema plantio direto.

⁽¹⁾ Parte da Dissertação de Mestrado da primeira autora. Recebido para publicação em 5 de maio de 2012 e aprovado em 23 de maio de 2014.

⁽²⁾ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Sistemas de Produção. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista - FE/UNESP. Av. Brasil, 56, Centro. CEP 15385-000 Ilha Solteira (SP). Bolsista FAPESP. E-mail: nidiarcosta@gmail.com

⁽³⁾ Professor, Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Faculdade de Engenharia, UNESP, campus de Ilha Solteira. Bolsistas CNPq. E-mail: dreotti@agr.feis.unesp.br, sbuzetti@agr.feis.unesp.br

⁽⁴⁾ Discente de Zootecnia, FE/UNESP. E-mail: keny.unesp.zoo@hotmail.com (Bolsista IC FAPESP), garciananda@hotmail.com

⁽⁵⁾ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - Universidade Estadual Paulista - FMVZ/UNESP. Distrito de Rubião Jr., s/n. CEP 18618-970 Botucatu (SP). Bolsista FAPESP. E-mail: cmpzoo@gmail.com

SUMMARY: MACRONUTRIENT ACCUMULATION AND DECOMPOSITION OF BRACHIARIA SPECIES AS A FUNCTION OF NITROGEN FERTILIZATION DURING AND AFTER INTERCROPPING WITH CORN

In regions with a tropical climate, the greatest limitations for straw maintenance on the soil surface are difficulties on its establishment and high rates of decomposition. With the aim of identifying the productive potential of Xaraes and Ruziziensis grasses, as well as subsequent straw formation for continuity of the no-tillage system, the following factors were evaluated: the dry matter yield, the lignin/total N ratio, macronutrient accumulation, and straw decomposition in two growing seasons. The treatments consisted of two Brachiaria species (Brachiaria brizantha cv. Xaraés and Brachiaria ruziziensis), intercropped with corn and fertilized at the same nitrogen rates (0, 50, 100, 150, and 200 kg ha⁻¹ of N) during and after intercropping with corn. The time for decomposition of the straw over the period of 120 days was evaluated by the "Litter bag" method. Nitrogen fertilization did not affect the dry matter yield of Xaraes and Ruziziensis grasses, the lignin/ total N ratio, and the amount of straw deposited on the soil surface after intercropping with corn; however, it increased the accumulation of N, K, Mg, and S. The Xaraes and Ruziziensis grasses have potential for straw production above 4,000 kg ha⁻¹ between crop seasons, maintaining 15-60 % of this amount at 120 days after crop harvesting.

Index terms: Brachiaria brizantha cv. Xaraés, Brachiaria ruziziensis, no-tillage system.

INTRODUÇÃO

Um dos requisitos para o sucesso do sistema plantio direto (SPD) é a boa formação da palhada na superfície do solo (Pariz et al., 2011a). 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 (Kliemann et al., 2006).

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 sobre a superfície do solo, sendo um dos maiores entraves na manutenção do SPD (Pacheco et al., 2008). Nessa região, as taxas de decomposição podem situar-se entre cinco até 10 vezes superiores às taxas de regiões de clima temperado.

Nesse sentido, a integração lavoura-pecuária (ILP) aliada ao SPD tem demonstrado maior eficiência em preservar os recursos naturais e explorar racionalmente os solos (Kluthcouski et al., 2007). O sucesso deve-se ao fato de que a palhada acumulada pelas plantas de cobertura, pastagens e restos culturais de lavouras proporciona um ambiente favorável à recuperação ou manutenção dos atributos químicos e físicos do solo.

Assim, a permanência da palhada na superfície do solo é importante para a manutenção e a proteção do sistema solo-planta, beneficiando a manutenção da umidade, favorecendo a biota do solo e a ciclagem de nutrientes (Kliemann et al., 2006). Esse fato reforça a preocupação de produzir palhada com decomposição mais lenta, o que significa mantê-la sobre o solo por maior período (Torres et al., 2005). Em diversos

estudos, a quantidade de nutrientes acumulados em plantas de cobertura depende da espécie, da fertilidade do solo, do estádio fenológico na dessecação, da quantidade depositada, da relação C/N e lignina/N total, da época de semeadura, além das condições climáticas de cada estudo (Boer et al., 2007, Teixeira et al., 2011, Pariz et al., 2011a).

Culturas como o milheto, o sorgo forrageiro e os capins do gênero *Brachiaria* (Syn. *Urochloa*) em regiões de Cerrado (Pariz et al., 2011b) vêm sendo utilizadas do outono à primavera para fornecimento de forragem e, ou, palhada para o SPD. Porém, em virtude dos custos para implantação principalmente do milheto e sorgo forrageiro, o consórcio de culturas graníferas como milho, sorgo granífero e soja com capins do gênero *Brachiaria*, entre eles Marandu, Xaraés, Ruziziensis, Decumbens e Mulato II (Crusciol et al., 2011; Mateus et al., 2011; Pariz et al., 2011c, d; Costa et al., 2012; Crusciol et al., 2012), tem evidenciado-se excelente alternativa na produção de forragem para a pecuária no período seco, além de elevar o aporte de palhada visando a continuidade do SPD (Pariz et al., 2011a).

No entanto, em sistemas de ILP, o adequado manejo da pastagem é fator imperativo (Martha Júnior & Vilela, 2007). Apesar de benefícios do efeito residual da adubação da cultura produtora de grãos, principalmente de P e K, o N apresenta-se em grande parte imobilizado na palhada nos primeiros cinco-10 anos de SPD (Anghinoni, 2007), podendo tornar-se limitante para o desenvolvimento do capim. O cultivo sucessivo de gramíneas também pode levar a uma supressão de N ao longo do tempo, proporcionando imobilização por parte dos microrganismos (Kliemann et al., 2006). Assim, as doses de N para suprir a demanda pelas culturas variam em razão do ambiente

de cultivo e do sistema de rotação e são maiores quando a rotação é realizada somente com gramíneas (Rosolem et al., 2004). Da mesma forma, o consórcio de gramíneas produtoras de grãos com capins no SPD pode aumentar a exigência de N para o adequado crescimento das culturas (Mateus et al., 2011). Assim, a adubação nitrogenada do capim do outono à primavera pode ser uma alternativa para elevar a produtividade de forragem (Pariz et al., 2011c) e grãos das culturas em sucessão.

Visando identificar o potencial produtivo dos capins Xaraés e Ruziziensis implantados em consórcio com a cultura do milho e adubados com N, bem como a posterior formação de palhada para continuidade do SPD, avaliaram-se a produtividade de massa seca, a relação lignina/N total, o acúmulo de nutrientes e a decomposição da palhada em duas safras agrícolas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas safras de 2008/2009 e 2009/2010, na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão, pertencente à Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira (FE/UNESP), área de Produção Vegetal, localizada no município de Selvíria, MS ($20^{\circ} 18' S$ e $51^{\circ} 22' W$, altitude de 370 m). O tipo climático é Aw, segundo classificação de Köppen, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Na figura 1, estão apresentados os dados de precipitação pluvial, temperatura máxima, média e mínima, além do fotoperíodo durante o período de realização do experimento.

O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho distroférreo, classificado conforme

Embrapa (2006). As análises dos atributos físicos seguiram os métodos descritos em Embrapa (1997) e as dos atributos químicos, por Raij et al. (2001). Os valores na camada de 0,00-0,20 m estão apresentados no quadro 1.

Antes da instalação do experimento na safra 2008/2009, a área apresentava um histórico de oito anos sob SPD (fase inicial/transição) com culturas anuais e semiperenes para formação de palhada (milho, soja, sorgo forrageiro, guandu anão e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu), sendo a cultura anterior feijão de inverno nos dois anos de avaliação.

A área foi irrigada por aspersão (pivô central), considerando o intervalo hídrico ótimo para as culturas em estudo. Para estabelecer a capacidade de água disponível (CAD), utilizou-se a seguinte equação:

$$\text{CAD (mm)} = [(\text{CC} - \text{PMM})/100] \times \text{DS} \times \text{PESR},$$

em que CC é a capacidade de campo (%); PMM, o ponto de murcha permanente (%); DS, a densidade do solo (kg dm^{-3}); e PESR, a profundidade efetiva do sistema radicular (m). Esses dados foram obtidos a partir da curva de retenção de água do solo, sendo $\text{CC} = 20,25\%$; $\text{PMM} = 14,58\%$; $\text{DS} = 1,31$ e $1,34 \text{ kg dm}^{-3}$ (safras 2008/2009 e 2009/2010, respectivamente); e $\text{PESR} = 0,20 \text{ m}$. Portanto, a CAD avaliada do solo foi de 14,86 e 15,20 mm, para as safras 2008/2009 e 2009/2010, respectivamente.

O suprimento de água foi transmitido com um fluxo de $3,3 \text{ mm h}^{-1}$. A irrigação foi aplicada cada vez que a evapotranspiração máxima da cultura (ETm) atingia $8,25 \text{ mm}$ (menos de 44,3 % da CAD). A ETm foi estimada por meio da seguinte equação:

$$\text{ETm (mm dia}^{-1}\text{)} = \text{Kc} \times \text{ETo},$$

em que Kc é o coeficiente da cultura; e ETo, a evapotranspiração de referência.

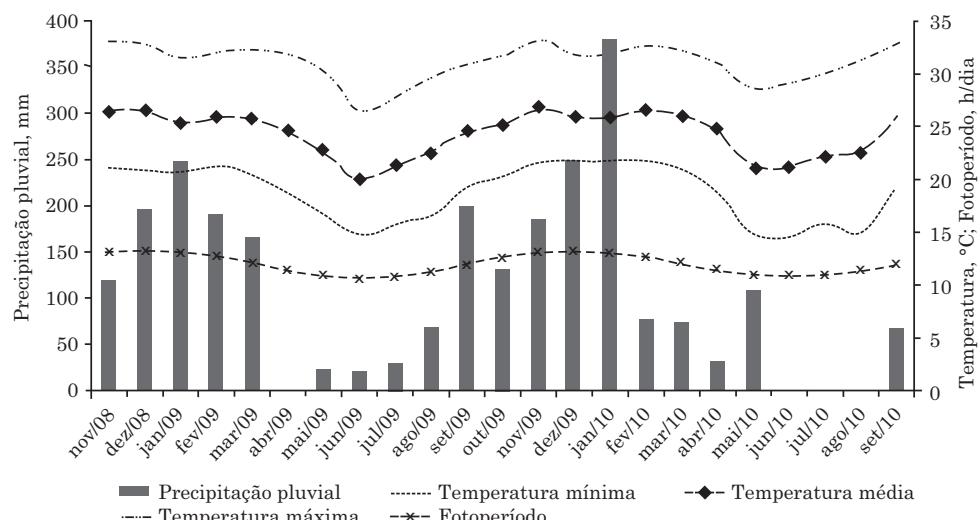


Figura 1. Dados climáticos obtidos da estação meteorológica situada na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP, no município de Selvíria, Mato Grosso do Sul. Período de novembro/2008 a setembro/2010.

Quadro 1. Atributos físicos e químicos do solo na camada de 0,00-0,20 m

Atributo	Safra	
	2008/2009	2009/2010
Areia (g kg ⁻¹)	220	220
Silte (g kg ⁻¹)	120	120
Argila (g kg ⁻¹)	660	660
Densidade do solo (kg dm ⁻³)	1,31	1,34
Macroporosidade (m ³ m ⁻³)	0,147	0,138
Microporosidade (m ³ m ⁻³)	0,334	0,324
Porosidade total (m ³ m ⁻³)	0,481	0,462
pH(CaCl ₂)	5,1	5,0
Matéria orgânica (g dm ⁻³)	28,0	27,0
P _{resina} (mg dm ⁻³)	18,0	15,0
H+Al (mmol _c dm ⁻³)	22,2	33,9
K ⁺ (mmol _c dm ⁻³)	3,2	2,2
Ca ²⁺ (mmol _c dm ⁻³)	19,0	19,7
Mg ²⁺ (mmol _c dm ⁻³)	11,0	12,5
V (%)	59,9	50,4

A ET₀ foi estimada por meio da seguinte equação:

$$\text{ET}_0 (\text{mm dia}^{-1}) = K_p \times \text{ECA},$$

em que K_p é o coeficiente do tanque Classe A; e ECA, a evaporação do tanque Classe A (mm dia⁻¹). A mensuração da evaporação da água (mm) foi obtida diariamente a partir de um tanque Classe A. O K_p foi calculado como proposto por Doorenbos & Pruitt (1977), com base na área circundante, velocidade do vento e umidade relativa do ar.

Utilizou-se delineamento experimental em blocos inteiramente casualizados, com quatro repetições, em esquema fatorial 2 × 5. Os tratamentos consistiram em: consórcio da cultura do milho com duas espécies de braquiárias [*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés (capim-xaraés) e *Brachiaria ruziziensis* Germain et Evrard cv. Kennedy (capim-ruziziensis)], adubado em cobertura e após o consórcio com a cultura do milho com as doses de 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹ de N, além da ausência de adubação nitrogenada. A área experimental totalizou 1.440 m² e as parcelas foram de 36 m², constituídas por quatro linhas do milho (3,6 m) de 10 m de comprimento.

Antes da semeadura do milho na safra 2008/2009, as plantas da área foram dessecadas com herbicida Glyphosate na dosagem de 1.440 g ha⁻¹ do ingrediente ativo (i.a.). Em 18/11/2008 e 04/11/2009, safra 2008/2009 e 2009/2010, respectivamente, realizou-se a semeadura do híbrido simples de milho DKB 390 YG de ciclo precoce com finalidade para produção de grãos por meio de semeadora-adubadora com mecanismo sulcador tipo haste (facão) para SPD. Em ambas as safras, as sementes foram depositadas a uma profundidade de 0,05 m, no espaçamento de 0,90 m, com aproximadamente 5,4 sementes m⁻¹, objetivando-se atingir stand final de 55.000 plantas ha⁻¹. Em

ambas as safras, a adubação de semeadura consistiu da aplicação de 24 kg ha⁻¹ de N, 84 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 48 kg ha⁻¹ de K₂O (300 kg ha⁻¹ do formulado 08-28-16), segundo as recomendações de Cantarella et al. (1997) para a cultura do milho, visando produtividade de grãos entre 6 e 8 t ha⁻¹.

A semeadura dos capins foi realizada com outra semeadora-adubadora para sementes pequenas com mecanismo sulcador do tipo disco duplo desencontrado para SPD, em espaçamento de 0,34 m entrelinhas, no mesmo dia, porém, anteriormente à semeadura do milho. As sementes de braquiária foram depositadas na profundidade de 0,08 m, segundo as recomendações de Kluthcouski et al. (2000), utilizando-se densidade de semeadura de 532 pontos de valor cultural (VC) por hectare (7 kg ha⁻¹ de sementes puras viáveis com VC = 76 %).

A emergência do milho ocorreu em 25/11/2008 e 11/11/2009 e dos capins em 29/11/2008 e 16/11/2009, nas safras 2008/2009 e 2009/2010, respectivamente. Quando a cultura do milho atingiu o estádio fenológico V4 (quatro folhas totalmente desenvolvidas), realizou-se a adubação de cobertura, aplicando-se manualmente próximo às linhas do milho as doses de N referentes a cada tratamento.

Em 25/03/2009 e 11/03/2010 (safras 2008/2009 e 2009/2010, respectivamente), fez-se a colheita mecânica de grãos da cultura do milho. Posteriormente, os capins foram roçados mecanicamente na altura de 0,25 m em relação à superfície do solo. Esse manejo teve por objetivo estimular o perfilhamento e padronizar a idade fenológica dos perfilhos, simulando um corte de homogeneização sem remoção do material da área, permanecendo a palhada sobre a superfície do solo. Em 29/03/2009 e 13/03/2010 (safras 2008/09 e 2009/10), efetuou-se a adubação dos capins, aplicando-se manualmente a lanço as doses de N referentes a cada tratamento. Nessa e na adubação de cobertura da cultura do milho utilizou-se ureia. Em seguida, aplicou-se uma lâmina d'água de 15 mm via irrigação a fim de se evitarem perdas excessivas de N por volatilização, principalmente em razão das altas doses aplicadas sem parcelamento.

Aos 40 dias após a adubação nitrogenada, em 08/05/2009 e 22/04/2010, safras 2008/2009 e 2009/2010, respectivamente, determinou-se a produtividade de massa seca (PMS) dos capins, coletando-se material em uma área de 1,0 m² em quatro pontos distintos de cada unidade experimental com auxílio de um quadrado de metal, adotando-se como referência 0,25 m em relação à superfície do solo. O material cortado foi pesado e as amostras colocadas em estufa de circulação de ar forçada a 65 °C até massa constante, sendo as quantidades extrapoladas para kg ha⁻¹. Após a avaliação, realizou-se o corte dos capins de toda área experimental com roçadora mecânica na mesma altura, com posterior retirada do material da área.

Em 10/06/2009 e 02/06/2010, safra 2008/2009 e 2009/2010, respectivamente, os capins da área

experimental foram dessecados com herbicida Glyphosate na dose de 1.440 g ha⁻¹ i.a.. Cinco dias após, determinou-se a massa seca residual - MSR (palhada) dos capins, empregando-se o mesmo procedimento para determinação da PMS. Porém, o corte foi realizado adotando-se como referência 0,05 m em relação à superfície do solo. Após a coleta para avaliação, realizou-se o corte dos capins de toda área experimental com triturador horizontal de resíduos vegetais (triton) na mesma altura, para posterior semeadura da cultura do feijão.

Após esse manejo, acondicionou-se a massa fresca de cada parcela em sacolas de decomposição confeccionadas em náilon (*litter bags* de 0,06 m², com 0,3 × 0,2 m) em quantidade proporcional ao hectare (Pariz et al., 2011a). Os *litter bags* foram depositados em contato direto com o solo e o capim utilizado para enchimento dos sacos de náilon foi o mesmo manejado pelo triton, simulando assim o tamanho natural dos fragmentos obtidos no manejo de corte. Aos 30, 60, 90 e 120 dias após o manejo (DAM), retirou-se um *litter bag* de cada parcela, a fim de avaliar o remanescente de palhada e determinar o tempo de decomposição durante o período de 120 dias. Para isso, foi coletada a massa fresca de dentro de cada *litter bag*, que foi limpa em peneira e determinada a massa seca (estufa a 65 °C até massa constante).

Posteriormente, determinaram-se as concentrações de N, P, K, Ca, Mg e S na palhada dos capins, conforme proposto por Malavolta et al. (1997). Os teores de macronutrientes foram multiplicados pela MSR, extrapolando-se os resultados para kg ha⁻¹, resultando na quantidade de nutrientes deixados sobre a superfície do solo após a dessecação e o manejo de corte com triton. Determinaram-se também os teores de lignina, de acordo com método descrito por Silva & Queiroz (2002), calculando a relação lignina/N total.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p<0,05$) e as médias dos atributos referentes aos capins, comparadas pelo teste “t” de Student ($p<0,05$). O efeito das doses de N foi avaliado por análise de regressão polinomial, adotando-se a equação com maior coeficiente de determinação (r^2) ($p<0,05$). A decomposição da palhada foi avaliada conforme sugerido por Wider & Lang (1982) na utilização do método do *litter bag*, adotando-se a equação com maior coeficiente de determinação (r^2) ($P<0,05$). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico Sisvar (Ferreira, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os capins não se diferenciaram quanto à produtividade de massa seca (PMS), e as doses de N também não influenciaram tal atributo (Quadro 2). O sistema de ILP é de extrema complexidade, em razão

da magnitude das transformações do N no solo decorrente dos processos de mineralização/imobilização (Martha Júnior & Vilela, 2007). Porém, por se tratar de um solo com oito/nove anos sob SPD, possivelmente já se iniciou o acúmulo de matéria orgânica (MO), P e palhada na sua superfície, tempo em que a imobilização de N aproxima-se da mineralização (Anghinomi, 2007), tornando esse nutriente disponível para as culturas com consequente redução da necessidade de adubação nitrogenada. Assim, os teores de MO entre 27,0 e 28,0 g dm⁻³ podem ter suprido a necessidade de N das plantas, já que cerca de 95 % do N no solo está associado à MO (Silva & Mendonça, 2007). Além disso, solos com rotação permanente de leguminosas também apresentam baixa resposta à adubação nitrogenada (Cantarella et al., 1997), como foi o caso do solo deste estudo, onde as culturas da soja, guandu anão e feijão são rotacionadas com as culturas do milho, sorgo e braquiária.

Mesmo na ausência de adubação nitrogenada, destacou-se que as PMS entre 5.000 e 6.000 kg ha⁻¹ (Quadro 2) demonstraram grande potencial desse sistema de produção, garantindo forragem para o fornecimento à alimentação animal, uma vez que aos 40 dias após a colheita de grãos da cultura do milho a pastagem já estava estabelecida. Leonel et al. (2009) e Pariz et al. (2011c,d) também comprovaram a eficiência desse sistema na formação da pastagem, ao utilizarem diferentes braquiárias em consórcio com a cultura do milho. Porém, Pariz et al. (2011c) relataram aumento da PMS em razão da adubação nitrogenada após cada corte dos capins no inverno/primavera, em um Latossolo Vermelho distroférreico manejado há cinco anos sob SPD.

Portanto, o uso da consorciação de culturas é um dos meios para se elevar a produtividade de sistemas de produção integrados. Também é possível reduzir o custo da formação de pastagens e ofertar alimento para o gado no período de entressafra, em que a disponibilidade de forragem é reduzida. Além disso, a ótima germinação e emergência dos capins proporcionaram ocupação homogênea da área. Tal fato diminuiu a incidência de luz no solo e reduziu, ao longo do ciclo da cultura do milho, a incidência de plantas daninhas, sem a necessidade de utilização de herbicidas, inclusive em subdoses conforme utilizado por Pariz et al. (2011c) e Garcia et al. (2012).

A palhada de capim-xaraés apresentou maior acúmulo de P em relação à de capim-ruziziensis na safra 2008/2009, enquanto a de capim-ruziziensis evidenciou maior acúmulo de Ca na safra 2009/2010 (Quadro 2). A adubação nitrogenada aplicada durante e após a colheita do milho influenciou o acúmulo de N, K, Mg e S, na palhada na safra 2008/2009, e N, na safra 2009/2010; todos os efeitos se ajustaram de forma linear e positiva em relação às doses de N utilizadas. Tais resultados corroboram aos de Costa et al. (2010), demonstrando a capacidade de espécies de braquiárias em acumular diversos nutrientes quando adubadas com N.

Quadro 2. Produtividade de massa seca (PMS), acúmulo de macronutrientes na palhada e relação lignina/N total (Lig/N) da palhada de espécies de *Brachiaria* implantadas em consórcio com a cultura do milho e submetidas à adubação nitrogenada. Safras 2008/2009 e 2009/2010

Tratamento	PMS	N	P	K	Ca	Mg	S	Lig/N
kg ha ⁻¹								
Safra 2008/2009								
Espécie	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
<i>B. brizantha</i>	6.000	87,0	23,9	100,8	15,0	13,1	4,7	1,05
<i>B. ruziziensis</i>	5.600	74,2	18,6	83,2	14,8	12,1	4,1	0,94
N (kg ha ⁻¹)	ns	**	ns	**	ns	**	**	ns
0	5.575	39,3 ⁽¹⁾	18,0	50,9 ⁽²⁾	9,6	6,9 ⁽³⁾	2,4 ⁽⁴⁾	1,52
50	5.675	74,4	20,9	94,7	14,3	11,3	4,1	1,02
100	6.050	91,2	23,4	105,3	15,2	13,8	4,7	0,96
150	5.950	91,3	20,5	109,1	15,8	13,8	4,7	0,79
200	5.900	106,4	23,7	116,0	19,7	17,4	5,9	0,82
CV (%)	26,9	36,9	31,2	32,7	40,3	41,3	36,1	24,7
Safra 2009/2010								
Espécie	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
<i>B. brizantha</i>	5.650	56,5	10,9	103,4	13,1 b	10,8	4,7	2,14
<i>B. ruziziensis</i>	4.995	56,7	10,7	100,9	16,1 a	11,4	5,4	1,77
N (kg ha ⁻¹)	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
0	5.130	47,6 ⁽⁵⁾	9,4	91,3	13,6	10,2	4,8	2,24
50	5.255	55,3	11,4	104,5	14,7	10,3	5,4	1,93
100	5.900	59,3	10,8	102,6	14,3	12,1	5,3	1,88
150	5.420	54,2	10,3	97,9	13,7	10,0	5,0	1,99
200	5.375	65,8	12,1	114,4	16,6	12,7	4,7	1,71
CV (%)	19,3	28,2	22,4	26,3	25,4	29,0	31,5	21,3

**, *, ns: significativo a 1 e 5 % e não significativo, respectivamente, pelo teste F. ⁽¹⁾ N = 50,4 + 0,302 N ($r^2 = 0,862$); ⁽²⁾ K = 66,3 + 0,257 N ($r^2 = 0,675$); ⁽³⁾ Mg = 7,93 + 0,0468 N ($r^2 = 0,913$); ⁽⁴⁾ S = 2,89 + 0,0149 N ($r^2 = 0,881$); ⁽⁵⁾ N = 49,18 + 0,075 N ($r^2 = 0,695$).

Os resultados de acúmulo de N demonstraram a importância de um adequado programa de adubação das culturas nesse sistema integrado, visto que, na ausência de adubação, a palhada das braquiárias apresentou acúmulos entre 39,3 e 47,6 kg ha⁻¹ de N e 50,9 e 91,3 kg ha⁻¹ de K (Quadro 2). Portanto, tais quantidades foram fornecidas pela mineralização da MO (Silva & Mendonça, 2007), em razão do tempo de SPD do solo em estudo (Anghinoni, 2007). Tais acúmulos de N foram semelhantes aos relatados por Torres et al. (2005), avaliando a taxa de decomposição e liberação de nutrientes do capim-marandu na região de Cerrado. Porém, a ausência da reposição total ou parcial desses nutrientes por meio de adubação química e, ou, orgânica ao longo dos anos pode reduzir a disponibilidade para as plantas. Assim, a palhada torna-se de fundamental importância para a consolidação e manutenção do SPD. Conforme Macedo (2009), a adoção do SPD é altamente dependente da produção e manutenção de palhada sobre a superfície do solo. 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)

No geral, destacam-se os altos acúmulos de N e K (Quadro 2), confirmando serem os nutrientes mais absorvidos e acumulados no tecido vegetal das plantas de cobertura na região do Cerrado (Torres et al., 2005; Boer et al., 2007; Pariz et al., 2011a). Garcia et al. (2008) verificaram benefícios do consórcio da cultura do milho com capim-marandu na reciclagem de K, elevando a forma trocável desse nutriente após a dessecação do capim. Isso explica os altos acúmulos de K obtidos neste estudo, indicando que cultivares de *B. brizantha* extraem grande quantidade de K do solo, sendo geralmente superior à quantidade de N (Costa et al., 2010). Deve-se enfatizar a contribuição do K liberado pelos resíduos vegetais, sendo em torno de 80 % para gramíneas e 90 % para leguminosas, tendo assim importante papel na ciclagem desse nutriente no sistema (Santos et al., 2008). Adicionalmente, parte do N e P é rapidamente liberada no estádio inicial de decomposição dos resíduos vegetais (Gama-Rodrigues et al., 2007). Dessa forma, torna-se importante salientar as elevadas quantidades de nutrientes que podem ser liberadas e utilizadas por culturas em sucessão, por ficarem fixadas em compostos orgânicos (Silva & Mendonça, 2007).

A relação lignina/N total (Lig/N) da palhada não foi influenciada pelas espécies de braquiárias e pelas doses de N (Quadro 2). Tal resultado pode ter sido por causa do curto espaço de tempo (aproximadamente 30 dias) entre o corte para avaliação da PMS e o manejo para formação de palhada, em que predominavam folhas novas, que geralmente apresentam maior teor de N e menor de lignina, em relação aos capins com idades fenológicas mais avançadas (Silva & Queiroz, 2002). Destaca-se também que as condições climáticas menos favoráveis nos meses de maio e junho, principalmente a temperatura mínima abaixo de 18°C (Figura 1), limitam o crescimento do capim (Müller et al., 2002) em relação à estação de primavera. Assim, a taxa de crescimento do capim e seu estádio de maturidade influenciam mais os teores de lignina do que a adubação nitrogenada (van Soest, 1994). Nesse contexto, as relações Lig/N próximas a 1 e 2 foram menores em relação aos valores entre 2 e 5 relatados por Pariz et al. (2011a), 15 dias após a última avaliação da produtividade de massa seca dos capins marandu e ruziziensis. Porém, tais autores verificaram redução na relação Lig/N da palhada em razão da adubação nitrogenada realizada entre os meses de julho e outubro, em condições edafoclimáticas semelhantes ao deste estudo, demonstrando o efeito da estação do ano sobre esse atributo.

Da mesma forma que para a PMS, as doses de N não elevaram a quantidade de palhada depositada sobre a superfície do solo (Figura 2). Porém, no geral, a quantidade de palhada acima de 4.000 kg ha⁻¹ depositada sobre a superfície do solo demonstrou os benefícios de utilização dessas espécies em SPD na região de Cerrado, onde o clima favorece a rápida decomposição da palhada sobre a superfície do solo. Por causa dos dias após o manejo (DAM) de corte com triton, a decomposição da palhada dos diferentes tratamentos apresentou efeitos decrescentes (linear ou exponencial), restando de 2.000 a 2.500 kg ha⁻¹ da palhada entre 90 e 120 DAM.

Destaca-se que as condições climáticas, dando ênfase à temperatura e pluviosidade nas diferentes estações do ano (Figura 1), influenciam a decomposição da palhada (Figura 2). Pariz et al. (2011a) verificaram efeitos logarítmicos, com acelerada decomposição da palhada do capim-marandu aos 30 DAM no início do mês de novembro. Já neste estudo, tal palhada protegeu o solo durante grande parte do desenvolvimento da cultura do feijoeiro em sucessão, garantindo menor variação na temperatura do solo, maior umidade e principalmente disponibilização de nutrientes durante o processo de decomposição da palhada, bem como mineralização da MO (Torres et al., 2005).

A relação lignina/N total apresenta correlação positiva com a palhada remanescente (Aita & Giacomini, 2003). Porém, neste estudo, apesar dos baixos valores verificados (Quadro 2), as condições climáticas no inverno/primavera (Figura 1) e a grande quantidade de palhada reduziram a taxa de decomposição (Figura 2), pois além de o contato direto

com a superfície do solo acelerar a decomposição da palhada (Pariz et al., 2011a), uma parte desse material também foi oxidado, transformando-se em CO₂ (Silva & Mendonça, 2007). Assim, o remanescente de palhada aos 120 DAM foi superior a 1.000 kg ha⁻¹.

Boer et al. (2007) avaliaram a ciclagem de nutrientes em solo de Cerrado utilizando amaranto, milheto e capim-pé-de-galinha semeados na entressafra e constataram que a maioria dos nutrientes são liberados de forma precoce para aproveitamento da safra seguinte, em razão da acelerada decomposição dos resíduos vegetais. Para compensar essa defasagem, torna-se necessário o uso de técnicas que aumentem o acúmulo de palhada por parte das plantas de cobertura (Kliemann et al., 2006), sincronizando a decomposição com a taxa de liberação dos nutrientes e a demanda das culturas anuais semeadas em sucessão (Gama-Rodrigues et al., 2007). Portanto, os resultados deste estudo demonstraram o potencial de utilização das braquiárias em períodos de entressafra, visando a formação de palhada para o cultivo do feijoeiro de inverno irrigado em sucessão, visto que além de depositarem, em termos gerais, acima de 4.000 kg ha⁻¹ (Figura 2), sua decomposição é mais lenta, mantendo o solo protegido de efeitos climáticos adversos por mais tempo, além de disponibilizarem nutrientes (Quadro 2).

O percentual de palhada remanescente aos 120 DAM situou-se entre 15 e 60 % (Figura 3). Da mesma forma, Kliemann et al. (2006), avaliando a taxa de decomposição de diversas espécies de cobertura, verificaram que o capim-marandu, em termos relativos, apresentou perdas de massa que corresponderam a 48 % até os 150 dias de avaliação; e de 62 %, para um período de 360 dias. Já Pariz et al. (2011a) verificaram que, aos 90 DAM, restavam sobre a superfície do solo apenas 30 % da palhada dos capins marandu e ruziziensis manejados no início do mês de novembro. Ressalta-se ainda que, pelo hábito de crescimento mais prostrado e estolonífero do capim-ruziziensis, a decomposição da sua palhada pode ter sido mais gradual em relação ao capim-xaraés (Pariz et al., 2011a), visto que maior quantidade de colmos e menor quantidade de folhas determinam maior tempo para decomposição microbiana.

Kliemann et al. (2006), estudando taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura no Cerrado, em Latossolo Vermelho distroférreo, verificaram que as palhadas mais frágeis e menos persistentes, em ordem decrescente, foram do capim-mombaça, sorgo granífero, milheto, estilosantes, guandu e capim-marandu em cultivo exclusivo e em consórcio com milho. Neste mesmo trabalho, aos 150 DAM, a ordem decrescente de decomposição foi: sorgo (80 %), estilosantes (72 %), guandu (65 %), capim-mombaça (64 %), milheto (58 %), capim-marandu em cultivo exclusivo (56 %) e em cultivo consorciado com milho (48 %), sendo tais valores semelhantes aos verificados neste estudo (Figura 3).

Pesquisas com solos manejados sob SPD em condições tropicais têm indicado a necessidade de

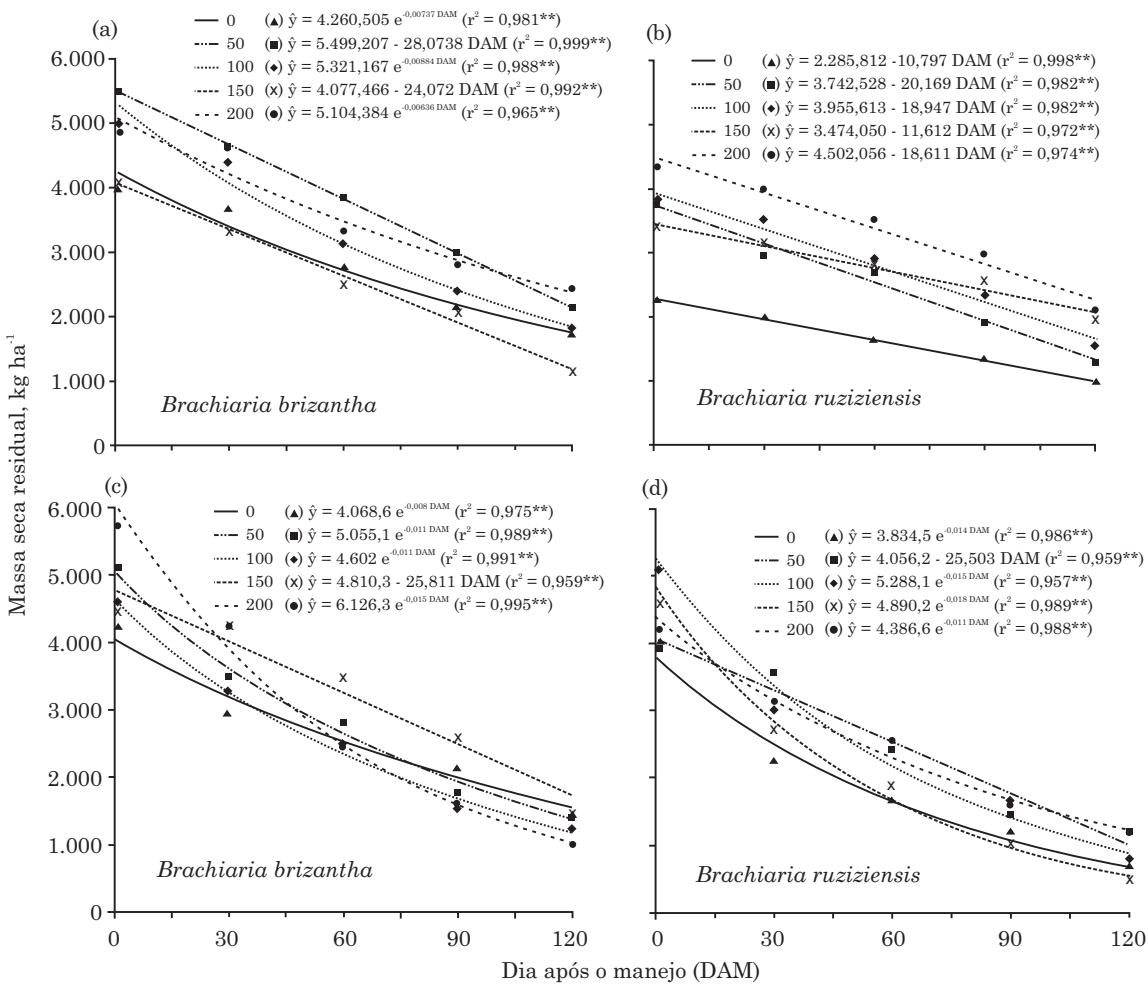


Figura 2. Decomposição da massa seca residual (palhada) das espécies de *Brachiaria* após a dessecação e o manejo de corte, em função da adubação nitrogenada, em que (a) e (b) são safras de 2008/2009; e (c) e (d), de 2009/2010. **: significativo a 1 % pelo teste F.

quantidades cada vez mais elevadas de palhada. Ruedell (1998) sugeriu a adição anual de 6.000 kg ha⁻¹ de massa seca, enquanto para Bayer et al. (2000) esse aporte deve ser de 10.000 a 12.000 kg ha⁻¹ de massa seca, ambos na Região Sul do Brasil. No entanto, em regiões de Cerrado com inverno seco e quente, pela rápida decomposição dos resíduos, o aporte pode ultrapassar essas quantidades supracitadas (Pariz et al., 2011a). Assim, quantidades tão elevadas de resíduos somente são possíveis em sistemas de produção que incluem a utilização de plantas de cobertura, rotação de culturas e mais recentemente a ILP. Nesse contexto, os resultados deste estudo demonstraram o elevado potencial de utilização das braquiárias em sistemas de ILP e, ou, SPD, tanto na produtividade de forragem no outono (Quadro 2) quanto na deposição de palhada (Figura 2) com elevados teores de nutrientes, principalmente N e K sobre a superfície do solo para a cultura em sucessão na região do Cerrado.

Destaca-se que resultados da disponibilização do capim produzido no consórcio para o pastejo de animais

em regiões de Cerrado, com posterior formação de palhada visando adequada cobertura do solo, ainda são escassos na literatura; a grande maioria avalia a PMS do capim apenas em regime de corte. Portanto, estudos nesse aspecto tornam-se interessantes na avaliação do adequado ajuste da taxa de lotação animal (fixa ou variável) em razão do método de pastejo empregado (contínuo ou rotacionado), a fim de se determinarem as melhores opções para posterior formação de palhada. Porém, o tamanho da área a ser utilizada e o custo com aquisição de animais são fatores limitantes para a implantação dessas pesquisas.

Assim, como alternativa ao pastejo de animais, a forragem produzida após a colheita da cultura granífera pode ser ceifada mecânicamente ou manualmente em apenas um, como neste estudo, ou diversos cortes (Pariz et al., 2011c), e ser utilizada para fenação, fornecimento em cocho como componente volumoso na formulação de dietas de confinamento, ou armazenada na forma de silagem (Pariz et al., 2010), com posterior formação de palhada para continuidade do SPD (Pariz et al., 2011a). Porém, o custo da

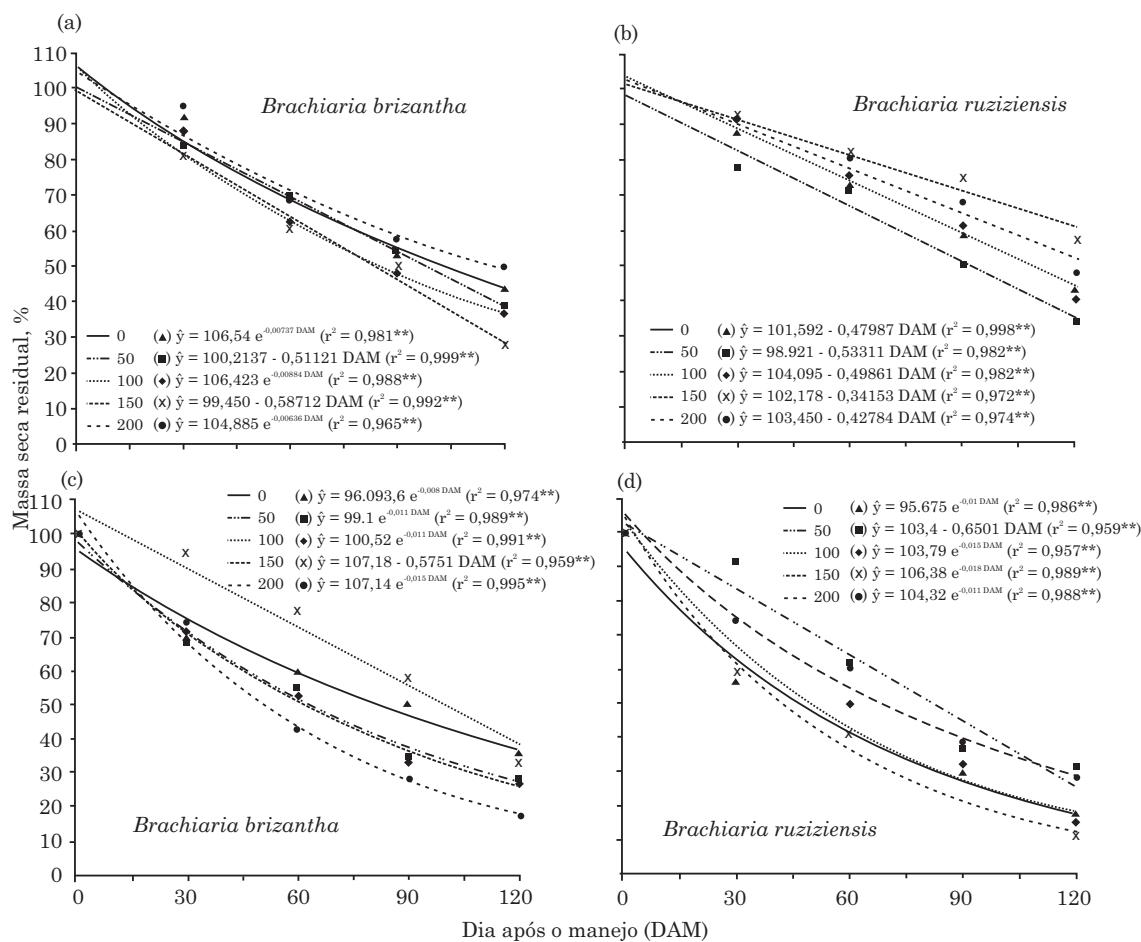


Figura 3. Percentual da massa seca residual (palhada) das espécies de *Brachiaria* após a dessecação e o manejo de corte, em função da adubação nitrogenada, em que (a) e (b) são safras de 2008/2009; e (c) e (d), safras de 2009/2010. **: significativo a 1 % pelo teste F.

utilização de animais visando validar a produção dessa forragem produzida, da mesma forma que em pesquisas com pastejo, ainda é fator limitante. Pode-se também realizar o consórcio com vistos apenas à formação de palhada para as culturas do feijão (Silveira et al., 2005) ou da soja (Chioderoli et al., 2010). Porém, nesse caso, não se caracteriza ILP e sim, apenas SPD.

CONCLUSÕES

1. A adubação nitrogenada não influenciou a produtividade de massa seca dos capins xaraés e ruziziensis, a relação lignina/N total e a quantidade de palhada depositada na superfície do solo após o consórcio com milho, porém elevou os acúmulos de N, K, Mg e S.

2. Os capins xaraés e ruziziensis apresentaram potencial de produção de palhada acima de 4.000 kg ha⁻¹ na entressafra, com manutenção de 15 a 60 % dessa quantidade aos 120 dias após o manejo, em sistema plantio direto na região do Cerrado, independentemente da adubação nitrogenada.

LITERATURA CITADA

- AITA, C. & GIACOMINI, S.J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. R. Bras. Ci. Solo, 27:601-612, 2003.
- ANGHINONI, I. Fertilidade do solo e seu manejo em sistema plantio direto. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L., eds. Fertilidade do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.873-928.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; AMADO, T.J.C.; MARTINNETO, L. & FERNANDES, S.V. Organic matter storage in a sandy clay loam Acrisol affected by tillage a cropping systems in southern Brazil. Soil Till. Res., 54:101-109, 2000.
- 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. Pesq. Agropec. Bras., 42:1269-1276, 2007.

- CANTARELLA, H.; RAIJ, B.van & CAMARGO, C.E.O. Cereais. In: RAIJ, B.van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C., eds. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. Campinas, Instituto Agrônomico/Fundação IAC, 1997. p.45-71.
- CHIODEROLI, C.A.; MELLO, L.M.M.; GRIGOLLI, P.J.; SILVA, J.O.R. & CESARIN, A.L. Consociação de braquiárias com milho outonal em plantio direto sob pivô central. Eng. Agric., 30:1101-1109, 2010.
- COSTA, K.A.P.; OLIVEIRA, I.P.; SEVERIANO, E.C.; SAMPAIO, F.M.T.; CARRIJO, M.S. & RODRIGUES, C.R. Extração de nutrientes pela fitomassa de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob doses de nitrogênio. Ci. An. Bras., 11:307-314, 2010.
- COSTA, N.R.; ANDREOTTI, M.; GAMEIRO, R.A.; PARIZ, C.M.; BUZETTI, S. & LOPES, K.S.M. Adubação nitrogenada no consórcio de milho com duas espécies de braquiária em sistema plantio direto. Pesq. Agropec. Bras., 47:1038-1047, 2012.
- CRUSCIOL, C.A.C.; MATEUS, G.P.; PARIZ, C.M.; BORGHI, E.; COSTA, C. & SILVEIRA, J.P.F. Nutrição e produtividade de híbridos de sorgo granífero de ciclos contrastantes consorciados com capim-marandu. Pesq. Agropec. Bras., 46:1234-1240, 2011.
- CRUSCIOL, C.A.C.; MATEUS, G.P.; NASCENTE, A.S.; MARTINS, P.O.; BORGHI, E. & PARIZ, C.M. An innovate crop-forage intercrop system: Early cycle soybean cultivars and palisadegrass. Agron. J., 104:1085-1095, 2012.
- DOORENBOS, J. & PRUITT, W.O. Guidelines for predicting crop water requirements. Rome, FAO, 1977. 179p. (FAO: Irrigation and Drainage Paper, 24)
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. Manual de métodos de análise do solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- 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). R. Bras. Ci. Solo, 31:1421-1428, 2007.
- GARCIA, R.A.; CRUSCIOL, C.A.C.; CALONEGO, J.C. & ROSOLEM, C.A. Potassium cycling in a corn-brachiaria cropping system. Eur. J. Agron., 28:579-585, 2008.
- GARCIA, C.M.P.; ANDREOTTI, M.; TARSITANO, M.A.A.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M.; LIMA, A.E.S. & BUZETTI, S. Análise econômica da produtividade de grãos de milho consorciado com forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum* em sistema plantio direto. R. Ceres, 59:157-163, 2012.
- KLIEMANN, H.J.; BRAZ, A.J.B.P. & SILVEIRA, P.M. Taxa de composição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho Distroférrico. Pesq. Agropec. Trop., 36:21-28, 2006.
- KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. & COBUCCI, T. Opções e vantagens da integração lavoura-pecuária a produção de forragens na entressafra. Inf. Agropec., 28:16-29, 2007.
- KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L.P.; OLIVEIRA, I.P.; COSTA, J.L.S.; VILELA, L.; BARCELLOS, A.O. & MAGNABOSCO, C.U. Sistema Santa Fé - tecnologia Embrapa: Integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional. Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28p. (Circular Técnica, 38)
- LEONEL, F.P.; PEREIRA, J.C.; COSTA, M.G.; DE MARCO JÚNIOR, P.; LARA, L.A.; SOUSA, D.P. & SILVA, C.J. Consórcio capim-braquiária e soja, produtividade das culturas e características qualitativas das silagens. R. Bras. Zootec., 37:2031-2040, 2008.
- MACEDO, M.C.M.M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. R. Bras. Zootec., 38:133-146, 2009.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C. & OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.
- MARTHA JÚNIOR, G.B. & VILELA, L. Resultado econômico e estratégias de intensificação da adubação de pastagens. In: MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L. & SOUSA, D.M.G., eds. Uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2007. p.69-92.
- MATEUS, G.P.; CRUSCIOL, C.A.C.; BORGHI, E.; PARIZ, C.M.; COSTA, C. & SILVEIRA, J.P.F. Adubação nitrogenada de sorgo granífero consorciado com capim em sistema de plantio direto. Pesq. Agropec. Bras., 46:1161-1169, 2011.
- MÜLLER, M. S.; FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D.; GARCÍA, A.G. & OVEJERO, R.F.L. Produtividade do *Panicum maximum* cv. Mombaça irrigado, sob pastejo rotacionado. Sci. Agric., 59:427-433, 2002.
- 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. Pesq. Agropec. Bras., 43:815-823, 2008.
- PARIZ, C.M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M.V.; BERGAMASCHINE, A.F.; MELLO, L.M.M. & LIMA, R.C. Massa seca e composição bromatológica de quatro espécies de braquiárias semeadas na linha ou a lanço, em consórcio com milho no sistema plantio direto na palha. Acta Scient. Anim. Sci., 32:147-154, 2010.
- PARIZ, C.M.; ANDREOTTI, M.; BUZETTI, S.; BERGAMASCHINE, F.A.; 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. R. Bras. Ci. Solo, 35:2029-2037, 2011a.

- 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. *Pesq. Agropec. Bras.*, 46:1392-1400, 2011b.
- PARIZ, C.M.; ANDREOTTI, M.; BERGAMASCHINE, A.F.; BUZZETTI, S.; COSTA, N.R. & CAVALLINI, M.C. Produção, composição bromatológica e índice de clorofila de braquiárias após o consórcio com milho. *Arch. Zootec.*, 60:1041-1052, 2011c.
- PARIZ, C.M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M.V.; BERGAMASCHINE, A.F.; MELLO, L.M.M. & LIMA, R.C. Produtividade de grãos de milho e massa seca de braquiárias em consórcio no sistema de integração lavoura-pecuária. *Ci. Rural.*, 41:875-882, 2011d.
- RAIJ, B.van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H. & QUAGGIO, J.A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas, Instituto Agronômico de Campinas, 2001. 284p.
- ROSOLEM, C.A.; PACE, L. & CRUSCIOL, C.A.C. Nitrogen management in maize cover crops rotations. *Plant Soil*, 264:261-271, 2004.
- RUEDELL, J. A soja numa agricultura sustentável. In: SILVA, M.T.B., ed. A soja na rotação de culturas no plantio direto. Cruz Alta, Fundacep/Fecotrigo, 1998. p.1-34.
- SANTOS, F.C.; NEVES, J.C.L.; NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H. & SEDIYAMA, C.S. Modelagem da recomendação de corretivos e fertilizantes para a cultura da soja. *R. Bras. Ci. Solo*, 32:1661-1674, 2008.
- SILVA, I.R. & MENDONÇA, E.S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L., eds. *Fertilidade do solo*. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.275-374.
- SILVA, D.J. & QUEIROZ, A.C. Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- SILVEIRA, P.M.; BRAZ, A.J.B.P.; KLIEMANN, H.J. & ZIMMERMANN, F.J.P. Adubação nitrogenada no feijoeiro cultivado sob plantio direto em sucessão de culturas. *Pesq. Agropec. Bras.*, 40:377-381, 2005.
- TEIXEIRA, M.B.; LOSS, A.; PEREIRA, M.G. & PIMENTEL, C. Decomposição e liberação de nutrientes da parte aérea de plantas de milheto e sorgo. *R. Bras. Ci. Solo*, 35:867-876, 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. *R. Bras. Ci. Solo*, 29:609-618, 2005.
- van SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. New York, Cornell University, 1994. 476p.
- WIDER, R.K. & LANG, G.E. A critique of the analytical methods used in examining decomposition data obtained from litter bags. *Ecology*, 63:1636-1642, 1982.