



Desenvolvimento de capim Xaraés e fertilidade de Latossolo Vermelho adubado com resíduo ruminal bovino¹

Raquel J. Trautmann-Machado², Maria A. P. Pierangeli², Luiz J. V. Geron²,
Eurico L. de Sousa Neto², Edson S. Eguchi² & Fernando L. Silva²

RESUMO

Este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a aplicação de doses crescentes (0, 10, 21 e 84 Mg de MS ha⁻¹) de resíduo ruminal bovino (RRB) seco (90,00% MS) ou úmido (7,16% MS) com teor de nitrogênio (N) de 1,43% na MS estimando-se que apenas 33% de N do RRB seriam disponibilizados para atender à exigência da *Urochloa brizantha* cv. Xaraés de 0, 50, 100 e 400 kg N ha⁻¹ sobre a fertilidade de Latossolo Vermelho distrófico (pH_{água}; complexo sortivo; P, N e matéria orgânica) após 30 dias da adubação orgânica e sobre a produção de biomassa (BIO) seca, altura, teores de nitrogênio (N) e proteína bruta (PB) após 60 e 120 dias de cultivo do capim Xaraés. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado em fatorial 4 x 2 (quatro doses de adubação de RRB e duas condições de matéria seca do RRB) com três repetições. A aplicação de doses crescentes de RRB seco ou úmido aumentou de forma linear ($p < 0,05$), os teores de N, P, K⁺ e matéria orgânica do solo. As diferentes doses de RRB seco ou úmido aumentaram linearmente ($p < 0,05$) a BIO seca, os teores de N e PB do capim Xaraés após 60 dias de cultivo, embora se tenha observado comportamento quadrático ($p < 0,05$) para os teores de N e PB do capim Xaraés após 120 dias de cultivo. Desta maneira, a *Urochloa brizantha* cv. Xaraés apresenta maior produção de BIO seca, independente da época de corte e da condição de MS do RRB no momento da aplicação.

Palavras-chave: *Brachiaria brizantha*, ciclagem de nutrientes, gestão ambiental, *Urochloa brizantha*

Growth of forage cultivar Xaraés and fertility of an Oxisol fertilized with bovine rumen residue

ABSTRACT

This study evaluated the application of increasing doses (0, 10, 21 and 84 Mg ha⁻¹) of the dried bovine rumen residue (BRR) (90.00% DM) or wet (7.16% DM) with nitrogen content (N) of 1.43% in the DM, considering that only 33% of N of the BRR would be available to meet the requirement of *Urochloa brizantha* cv. Xaraés of 0, 50, 100 and 400 kg N ha⁻¹, on the fertility of an Oxisol (pH in water, exchangeable cations, P, N and organic matter) after 30 days of organic fertilization and on the production of dry biomass (BIO), height, levels of nitrogen (N) and crude protein (CP) after 60 and 120 days of cultivation of the Xaraés. A completely randomized design was used in 4 x 2 factorial (four doses of fertilizer BRR and two conditions of RRB dry matter) with three replications. The application of increasing doses of dry or wet BRR increased linearly ($p < 0.05$) the levels of N, P, K and organic matter of soil. Different doses of dry or wet BRR increased linearly ($p < 0.05$) the dry BIO, the contents of N and CP of the grass Xaraés after 60 days of cultivation, but a quadratic effect ($p < 0.05$) was verified for the contents of N and CP of the grass Xaraés after 120 days of cultivation. Thus, the *Urochloa brizantha* cv. Xaraés presented higher production of dry BIO, regardless of the harvest period and the condition of the DM of BRR at the application time.

Key words: *Brachiaria brizantha*, nutrient cycling, environmental management, *Urochloa brizantha*

¹ Extraído da Dissertação de Mestrado da primeira autora, defendida no Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado de Mato Grosso-UNEMAT

² Universidade do Estado de Mato Grosso, Departamento de Zootecnia, Campus de Pontes e Lacerda, BR 174, km 209, CEP 78250-000, Pontes e Lacerda, MT. E-mail: raquel_trautmann@hotmail.com; mapp@unemat.br; ljgeron@yahoo.com.br; euriconeto@unemat.br; edeguchi@yahoo.com.br; fernandolui_z@hotmail.com

INTRODUÇÃO

No primeiro trimestre de 2011 foram abatidos, no Brasil, 7.097 milhões de bovinos (IBGE, 2011), sendo o estado de Mato Grosso responsável por 14,9% desse total. A importância econômica e social desse setor para o Brasil é inegável, porém tal atividade gera enorme quantidade de resíduos orgânicos ao longo da cadeia produtiva, fato que a torna potencialmente poluidora do meio ambiente.

A indústria frigorífica, um dos elos dessa cadeia produtiva, gera vários tipos de resíduo em decorrência do abate de bovinos. Entre esses resíduos está o resíduo ruminal bovino (RRB) constituído de alimentos consumidos pelo animal, em vários estádios de fermentação e que permaneceu no rúmen bovino, mesmo após a dieta hídrica à qual os bovinos são submetidos 24 h antes do abate. Trata-se de um resíduo gerado em larga escala pois, segundo Morales et al. (2006) cada animal gera, em média, 25 kg de RRB no momento do abate. Desta forma e se tomando como base os dados de abate de bovinos fornecidos por IBGE (2011), estima-se uma geração de 177,4 e 2,6 milhões de toneladas de RRB no Brasil e estado de Mato Grosso, respectivamente, só no primeiro trimestre de 2011. No município de Pontes e Lacerda (MT) há dois frigoríficos com capacidade diária de abater cerca de 3.000 cabeças de bovinos, o que geraria aproximadamente 75 toneladas de matéria natural (MN) de RRB por dia. Atualmente, esse RRB é distribuído gratuitamente no município, a pequenos produtores que residem nas proximidades ou são descartados em áreas próximas sem critérios técnicos adequados.

Segundo Pandolfo et al. (2008) apesar dos possíveis problemas decorrentes do uso dos dejetos como fonte de nutrientes, seu uso na produção agrícola constitui uma opção tecnicamente viável e recomendável, desde que observados os riscos potenciais ao solo e ao ambiente. Embora ainda não seja um dejetos, o RRB in natura (úmido) pode ser potencial poluidor dos recursos edáficos e hídricos, tal como ocorre com outros resíduos orgânicos.

A maioria dos resíduos orgânicos, quando aplicados no solo de forma adequada, pode tornar-se boa alternativa para melhorar suas condições químicas, biológicas e físicas, com efeitos positivos no desenvolvimento de diversas plantas (Mesquita et al., 2012). Porém, segundo Pires & Mattiazzo (2008) para serem usados na agricultura os resíduos orgânicos devem possuir, comprovadamente, eficiência agrônômica, tendo efeito positivo como fertilizante ou condicionador do solo. Além desses aspectos a favor da utilização de resíduos orgânicos na agricultura, Abreu Júnior et al. (2005) destacaram seu menor custo comparado ao custo dos fertilizantes convencionais e o crescente desenvolvimento de sistemas orgânicos de produção.

Para avaliar a viabilidade técnica, econômica e ambiental do uso agrícola de resíduos orgânicos, são necessárias pesquisas para sua caracterização (Higashikawa et al., 2010) e avaliação de seus efeitos nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo e desenvolvimento vegetal (Pires & Mattiazzo, 2008). Esses autores ainda preconizaram que a eficiência agrônômica dos resíduos orgânicos deve ser avaliada por meio de experimentos em vasos, em casa de vegetação, cultivando-se plantas em solo tratado com o resíduo e em solo tratado com insumos tradicionais.

Neste sentido há inúmeros estudos sobre a viabilidade agrônômica do uso de diversos resíduos orgânicos: esterco bovino (Pandolfo et al., 2008); esterco suíno (Scherer et al., 2007), lodos (Vieira et al., 2011); compostos de resíduos de frigoríficos (Costa et al., 2009). Com relação ao uso agrícola do RRB não se encontrou, na literatura, estudo algum.

Além da grande geração de resíduos a atividade pecuária também é responsável por imensas áreas de pastagens degradadas. Na maioria das vezes as pastagens são cultivadas sobre solos ácidos de baixa fertilidade e, em geral, sem adubação, causas principais da degradação das pastagens (Martha Jr. et al., 2007). No estado de Mato Grosso tem-se aproximadamente 26 milhões de pastagens cultivadas (IBGE, 2011), a maioria apresentando algum estágio de degradação. Nas pastagens do Brasil, principalmente na região dos Cerrados, a participação relativa de espécies do gênero *Urochloa* (*Brachiaria*) é de 85% (Vilela et al., 2004) ressaltando-se a *Urochloa brizantha* como uma das mais difundidas.

Desta forma, objetivou-se avaliar as doses crescentes (0, 10, 21 e 84 Mg MS ha⁻¹) de resíduo ruminal bovino seco ou úmido em Latossolo Vermelho distrófico sobre os atributos da fertilidade do solo e a produção de biomassa (BIO) seca, altura (ALT) e teores de nitrogênio (N) e proteína bruta (PB) de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés cultivadas em 60 e 120 dias.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Campus Universitário de Pontes e Lacerda, MT, pertencente à Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Foram utilizadas amostras de um Latossolo Vermelho distrófico (LVd), nas coordenadas geográficas 15° 20' 02" S e 59° 14' 34" W. O solo foi analisado para avaliação da fertilidade, textura e densidade, conforme metodologias preconizadas pela EMBRAPA (1997): textura (método da pipeta); densidade (anel volumétrico); umidade atual (estufa 105 °C); Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ (KCl 1 mol L⁻¹); acidez potencial (solução SMP); P e K⁺ (Mehlich 1), sendo o P quantificado por colorimetria, após reação com molibdato de amônio; carbono orgânico (CO) (oxidação via úmida com K₂Cr₂O₇, 0,4 mol L⁻¹), sendo a matéria orgânica (MO) obtida multiplicando-se o valor de CO por 1,724. O teor de N total disponível no solo foi determinado segundo metodologia preconizada por Cantarella & Trivelin (2001).

Utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado em fatorial 4 x 2, ao se avaliar quatro doses (0, 10, 21 e 84 Mg de MS ha⁻¹) de RRB e duas condições de MS com 90,00% MS (RRB seco) e 7,16% MS (RRB úmido) sobre a fertilidade do solo e a produção de biomassa seca do capim Xaraés cultivado em 60 e 120 dias.

Obeve-se o RRB em um frigorífico localizado no município de Pontes e Lacerda, MT, logo após o abate dos animais. Foram coletados aproximadamente 100 kg MN de RRB com teor de MS aproximado de 7,16%, os quais foram armazenados em sacos plásticos e transportados para o Campus da UNEMAT. Uma parte do RRB in natura ou úmido (Figura 1) foi armazenada em geladeira (~ 8 °C) para posterior aplicação no solo (RRB úmido) e a outra parte foi secada ao ar sobre lona preta em local

protegido da chuva. Este material foi revolvido durante sete dias para propiciar uma secagem uniforme após a qual o mesmo foi processado em peneira de quatro mm como forma de desmanchar os blocos formados no processo de secagem ou mesmo reter algum material grosseiro consumido pelos animais; este resíduo foi considerado com o RRB seco (90,00% MS).



Figura 1. Rúmen bovino com conteúdo ruminal após o abate do animal

A análise química do RRB in natura foi realizada com base nas recomendações de Melo et al. (2008), sendo os teores de N total determinados pelo método semi-micro Kjeldahl (Silva & Queiroz, 2002); como o RRB in natura deu origem ao RRB seco, na análise química do RRB avaliado neste estudo variou apenas a concentração de matéria seca em que o RRB seco e o RRB úmido apresentaram, respectivamente, 90% e 7,16% de matéria seca.

As doses de RRB foram calculadas para fornecer 0, 50, 100 e 400 kg de N ha⁻¹, estimando-se que apenas 33% do N seriam disponibilizados no primeiro ano o que resultou na aplicação de 0, 10, 21 e 84 Mg de MS ha⁻¹ de RRB seco ou úmido; logo, as doses de matéria natural (MN) relativas a cada tratamento por vaso foram de 0; 21,23; 42,46 e 169,85 g de RRB seco/vaso e de 0; 296,51; 593,03 e 2.372,14 g de RRB úmido/vaso, considerando-se o teor de MS de 90 e 7,16%, respectivamente, para o RRB seco e RRB úmido.

Durante a execução do experimento os vasos contendo as diferentes doses de RRB seco ou úmido foram irrigados em dias alternados como forma de manter 60% do volume total de poros (VTP) ocupado com água. Após 30 dias de incorporação do RRB foram coletadas amostras do solo de cada vaso em três pontos distintos na profundidade de aproximadamente 5 cm, formando uma amostra composta com peso médio de 150 g por vaso, para análise de fertilidade, conforme metodologias especificadas anteriormente.

Após o período de 30 dias de incorporação do RRB seco ou úmido ao solo, foram semeados 10 g de sementes da *Urochloa brizantha* cv. Xaraés por vaso; posteriormente, realizou-se um desbaste deixando-se cinco plantas homogêneas por vaso. O primeiro corte da forrageira foi realizado 60 dias após semeadura para avaliação da altura do dossel, produção de biomassa seca, teor de N e PB. Essas mesmas variáveis foram avaliadas na rebrota após 60 dias do primeiro corte, ou seja, 120 dias após a semeadura da forrageira.

Para avaliação da altura (ALT) do dossel forrageiro utilizou-se régua graduada para a medição em três pontos distintos em

cada vaso por tratamento, visando à obtenção do valor médio da altura da forrageira; com vista à determinação da produção de biomassa (BIO) seca, realizou-se o corte da forrageira a 3 cm do solo, as amostras das forrageiras foram levadas a estufa de ventilação forçada a 65 °C para obtenção do peso seco constante, segundo recomendação de Silva & Queiroz (2002). A determinação do teor de nitrogênio e proteína bruta das amostras de forragens produzidas nas diferentes doses de RRB seco ou úmido, seguiu a metodologia semi-micro Kjeldahl, segundo Silva & Queiroz (2002).

Adicionalmente ao experimento com a aplicação de doses de RRB seco ou úmido sobre as variáveis analisadas do capim Xaraés, conduziu-se um tratamento com adubação mineral (AM) obedecendo à recomendação para a cultivar em médio nível tecnológico, o que resultou na aplicação de NPK na quantidade de 70 kg de P₂O₅, 0 kg de K₂O e 50 kg de N ha⁻¹ (Ribeiro et al., 1999) tendo-se, como fontes, o superfostato simples e a uréia, respectivamente.

Os resultados das variáveis estudadas foram submetidos à análise de variância e em caso de diferenças significativas as médias foram testadas pelo teste de Skott-Knott. Efetuaram-se, também, análises de regressão para verificar a relação das variáveis e as doses de RRB.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises químicas e físicas do solo antes do experimento foram: pH água = 6,1; P = 2,69 mg kg⁻¹; K⁺ = 0,15 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ + Mg²⁺ = 3,45 cmol_c dm⁻³; H+Al = 2 cmol_c dm⁻³; matéria orgânica (MO) = 11,0 g kg⁻¹; V = 60%; densidade do solo = 1,49 g cm⁻³ e textura média (18% de argila e 70% de areia). Apesar de o solo apresentar caráter distrófico (V% 27,29), característica diagnosticada no horizonte B segundo o Sistema Brasileiro de Classificação do Solo, trata-se de um solo de boa fertilidade na camada de 0-20 cm, com pH adequado, ausência de Al³⁺, porém com baixos teores de P e MO (Ribeiro et al., 1999). A ocorrência de solos com pH adequado e alta saturação por bases é comum nessa região do estado de Mato Grosso, conforme relatado por Pierangeli et al. (2009).

A caracterização da matriz orgânica do RRB seco e úmido utilizada neste estudo, expressa na base da matéria seca, encontra-se na Tabela 1.

Considerando a evolução RRB → fezes → esterco é de se esperar semelhanças entre esses dois resíduos. Para fins de comercialização o Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento determina que, para ser considerado fertilizante orgânico simples, o esterco de bovino deve ter as seguintes características: umidade máxima de 25%, matéria orgânica mínimo de 36%, pH mínimo de 6,0 (Mesquita et al., 2012) e relação C/N máxima de 20/1. Comparativamente, observa-se que o RRB in natura (úmido) possui umidade elevada, maior porcentagem de MO, valor de pH semelhante e a relação C/N mais alta (32/1).

A diferença entre esterco bovino e RRB é devida ao fato de que o primeiro passou pelos processos digestivos (fermentação microbiana, digestão gástrica, absorção de nutrientes pelo intestino delgado e a absorção de eletrólitos pelo intestino

Tabela 1. Caracterização química do resíduo ruminal bovino (RRB) seco e úmido usados no experimento e expressos na base da matéria seca

Variáveis	Unidade	RRB úmido	RRB seco
pH água		6,2	6,2
Umidade		92,84	10,00
MS	(%)	7,16	90,00
CO total		46	46
MO		91	91
N		14,36	14,36
P		3,8	3,8
K		1,0	1,0
Na	(g kg ⁻¹)	1,8	1,8
Ca		5,5	5,5
Mg		0,5	0,5
S		1,4	1,4
B		5,8	5,8
Cu		122	122
Fe	(mg kg ⁻¹)	1.422	1.422
Mn		90	90
Zn		91	91
CE	(ds m ⁻¹)	1,91	1,91

MS - matéria seca; CO - carbono orgânico; MO - matéria orgânica; N - nitrogênio; P - fósforo; K - potássio; Na - sódio; Ca - cálcio; Mg - magnésio; S - enxofre; B - boro; Cu - cobre; Fe - ferro; Mn - manganês; Zn - zinco; e CE - condutividade elétrica

grosso), enquanto no RRB vários componentes ainda não sofreram a fermentação, originando uma matéria orgânica com grande quantidade de hemicelulose e lignina, em função da alimentação do animal antes do abate. Grande parte do rebanho bovino brasileiro é produzida a pasto, sendo relatado, na literatura, que as forrageiras do gênero *Urochloa* apresentam a relação C/N variando de 25 a 108 (Monteiro et al., 2002).

Para Melo & Silva (2008) os resíduos de origem animal apresentam ampla faixa de teores de nutrientes expressos na base da MS: N (11-54 g kg⁻¹), P (1-42 g kg⁻¹), K (3-49 g kg⁻¹), Ca (5-153 g kg⁻¹), Mg (2,6-14 g kg⁻¹), S (0,9-8 g kg⁻¹), Zn (48-1.189 mg kg⁻¹), Mn (340-2.055 mg kg⁻¹) e Cu (15-1.388 mg kg⁻¹). Os valores de pH e de condutividade elétrica (CE) admitidos para resíduos orgânicos que servirão de fertilizantes agrícolas estão na faixa de 6-8,5 e 0,64-6,85 ds m⁻¹, respectivamente (Pires et al., 2008).

Apenas os teores de K, Mg e Mn (Tabela 1) do RRB seco ou úmido não se encontram dentro das faixas relatadas por Melo & Silva (2008) enquanto os valores da CE e do pH estão adequados para uso agrícola. Evidentemente, é de se esperar que a composição química do RRB varie em função da dieta do animal mas, considerando-se os resultados apresentados na Tabela 1 e uma estimativa de geração de 177,4 milhões de toneladas de RRB em função dos números de animais abatidos no Brasil (IBGE, 2011) este resíduo apresenta um potencial de ciclar cerca de 2.541.720 kg N; 672.600 kg P; 177.000 kg K; 318.600 kg Na; 973.500 kg Ca; 88.500 kg Mg; e 247.88 kg S, apenas no primeiro trimestre de 2011.

Para fins de comparação Shigaki et al. (2006) estimaram em 2,5 milhões de toneladas a quantidade de P nos esterco de suínos e frangos produzidos no Brasil em 2003. Como na maioria das vezes essas atividades são concentradas em determinadas regiões ou locais de produção, esses autores discutiram que, se providências não forem tomadas para o uso racional desses esterco haverá, sem dúvida, grande possibilidade de excesso de P nas áreas de descarte ou disposição deste material gerando, obviamente, sérios problemas ambientais. Ressalta-se, então, a possibilidade do mesmo ocorrer com o descarte ou uso inadequado do RRB seco ou úmido, haja vista a quantidade total de alguns elementos, nutrientes de plantas ou não (o Na, por exemplo) presentes neste resíduo.

A dose de 84 Mg MS ha⁻¹ do RRB seco ou úmido aumentou (p < 0,05) os teores de MO, P e K em relação às demais doses adicionadas e LVd (Tabela 2). Constatou-se maior (p < 0,05) teor de N (g kg⁻¹) em LVd para as doses de 21 e 84 Mg MS ha⁻¹ do RRB seco ou úmido em referência às demais doses.

Observou-se uma diferença entre o RRB seco e RRB úmido na dose de 84 Mg MS ha⁻¹ para as variáveis pH, MO, CTC_{pH7} (Tabela 2), sendo superiores (p < 0,05) os valores obtidos para a aplicação do RRB úmido (7,16% MS); apesar disto, a acidez potencial do solo foi mais elevada (p < 0,05) para o RRB seco (90,0% MS) em relação ao úmido, para as doses de 84 Mg MS ha⁻¹.

Os teores de N no solo só aumentaram a partir da dose de 21 Mg ha⁻¹ de RRB. Como o RRB possui alta relação C/N (Tabela

Tabela 2. Atributos químicos de um Latossolo Vermelho distrófico da região de Pontes e Lacerda, MT, trinta dias após incorporação de doses crescentes (Mg MS ha⁻¹) de resíduo ruminal bovino seco e úmido

Variáveis	Doses de resíduo ruminal bovino (Mg MS ha ⁻¹)							
	0	10		21		84		
		Seco	Úmido	Seco	Úmido	Seco	Úmido	
pH água	6,17 a	6,40 aA	6,40 aA	6,43 aA	6,36 aA	5,80 aB	6,33 aA	
MO (g kg ⁻¹)	11,00 b	13,00 bA	11,30 bA	11,30 bA	12,60 bA	14,60 bB	22,60 aA	
N (g kg ⁻¹)	18,10 b	20,20 bA	18,10 bA	24,10 aA	24,30 aA	26,70 aA	24,90 aA	
P (mg dm ⁻³)	2,69 b	4,20 bA	7,46 bA	6,73 bA	12,80 bA	26,10 aA	29,60 aA	
K (cmol _c dm ⁻³)	0,15 b	0,17 bA	0,15 bA	0,16 bA	0,17 bA	0,22 aA	0,18 aA	
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	2,42 a	2,10 aA	1,93 aA	2,00 aA	2,06 aA	2,50 aA	2,20 aA	
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,03 a	1,03 aA	1,03 aA	1,03 aA	0,90 aB	0,83 aA	0,93 aA	
H ⁺ + Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	2,35 a	2,33 aA	2,40 aA	2,43 aA	2,46 aA	2,80 aA	2,10 aB	
SB (cmol _c dm ⁻³)	3,61 a	3,29 aA	3,11 aA	3,39 aA	3,13 aA	3,55 aA	3,31 aA	
CTC _{efe} (cmol _c dm ⁻³)	3,61 a	3,29 aA	3,11 aA	3,39 aA	3,13 aA	3,55 aA	3,31 aA	
CTC _{pH7} (cmol _c dm ⁻³)	5,96 a	5,62 aA	5,51 aA	5,83 aA	5,60 aA	6,35 aA	5,41 aB	
V (%)	60,28 a	58,40 aA	56,60 aA	58,40 aA	55,90 aA	56,20 aA	61,10 aA	

Letras minúsculas na linha comparam, entre as diferentes doses (0, 10, 21 e 84 Mg MS ha⁻¹) as diferenças entre o RRB seco e úmido. Letras maiúsculas comparam, dentro de cada dose, as diferenças entre o RRB seco e RRB úmido. As diferenças observadas foram avaliadas pelo Teste de Scott-Knott a 5% de significância. MO - matéria orgânica; N - nitrogênio; P - fósforo; K - potássio; Ca - cálcio; Mg - Magnésio; H+Al - acidez potencial; SB - soma das bases; CTC_{efe} - capacidade de troca catiônica efetiva; CTC_{pH7} - capacidade de troca catiônica a pH 7,0 e V - saturação por bases

1) pode ter havido imobilização temporária do N. No entanto, estudos de Chacón et al. (2011) com diversos resíduos mostraram que a natureza do resíduo e características como formas de C facilmente biodegradáveis, teores e capacidades dos polifenóis totais solúveis em complexar proteína e estoques de N nas formas fúlvica e húmica da matéria orgânica, interferem na mineralização de N e, conseqüentemente, influenciam nos teores de N disponível. Ressalta-se, no entanto, que esses autores trabalharam com resíduo de baixa relação C/N.

O potencial de resíduos orgânicos em aumentar a disponibilidade de alguns nutrientes é relatado na literatura. Gil et al. (2008) trabalharam com a produção de milho em solo adubado com esterco bovino e concluíram que este foi um bom substituto para a adubação convencional e verificaram, ainda, que a produtividade se manteve e os teores de P total, K⁺ e MO do solo foram superiores na adubação orgânica.

A adubação com doses crescentes de RRB seco ou úmido aumentou a disponibilidade de P, K e MO no solo de forma linear crescente ($p < 0,05$), conforme a Figura 2, evidenciando o potencial desse resíduo em promover a ciclagem de nutrientes.

A mineralização de P contido nos resíduos orgânicos é influenciada pela relação de C/P, passível de ser considerada de rápida mineralização, caso seja menor que 300/1 (Fuller et al., 1956). Os RRB seco ou úmido apresentaram relação de C/P de 121/1 (Tabela 1) fato que, provavelmente, facilitou a liberação de P durante o processo de mineralização do RRB, aumentando a disponibilidade de P no solo quando se utilizou a maior dose de 84 Mg MS ha⁻¹ da adubação orgânica (Figura 2).

A dose de 84 Mg MS ha⁻¹ apresentou valor médio de P de 27,85 mg dm⁻³ para os RRB seco e úmido, o qual aumentou a disponibilidade de P em 10 vezes em relação ao tratamento testemunha. O aumento da quantidade de P no solo quando adubado com a maior dose de RRB seco ou úmido, alterou sua classificação de baixa para boa, conforme a tabela de interpretação de solo (Ribeiro et al., 1999).

As doses de RRB seco e úmido no LVd aumentaram linearmente ($p < 0,05$) os teores de K⁺ (Figura 2) porém a disponibilidade deste elemento no RRB úmido foi menor quando comparada com a do RRB seco, conforme a equação demonstrada na Figura 2.

Ocorreu aumento gradual da MO (g kg⁻¹) do solo em função da aplicação de doses crescentes de RRB seco ou úmido no LVd (Tabela 2), com efeito maior quando da aplicação de RRB úmido na dose de 84 Mg MS ha⁻¹ (Figura 2). É provável que o período de 30 dias de incorporação do RRB seco ou úmido não tenha sido suficiente para se observar maiores acréscimos no teor de MO no solo, haja vista que tal resíduo apresenta relação C/N elevada, o que influencia uma decomposição mais lenta.

Embora a aplicação das doses de RRB seco ou úmido de 10, 21 e 84 Mg MS ha⁻¹ tenha fornecido cerca de 55; 115 e 462 kg de Ca ha⁻¹ não houve elevação dos teores deste elemento no solo com a aplicação do RRB, fato que parece indicar que este elemento está presente no RRB seco ou úmido em formas insolúveis, não prontamente disponível ou não extraível totalmente com KCl 1 mol L⁻¹, o qual extrai apenas o Ca²⁺ trocável.

A aplicação de 84 Mg MS ha⁻¹ de RRB seco ou úmido em LVd propiciou maiores alturas de dossel de *Urochloa brizantha*

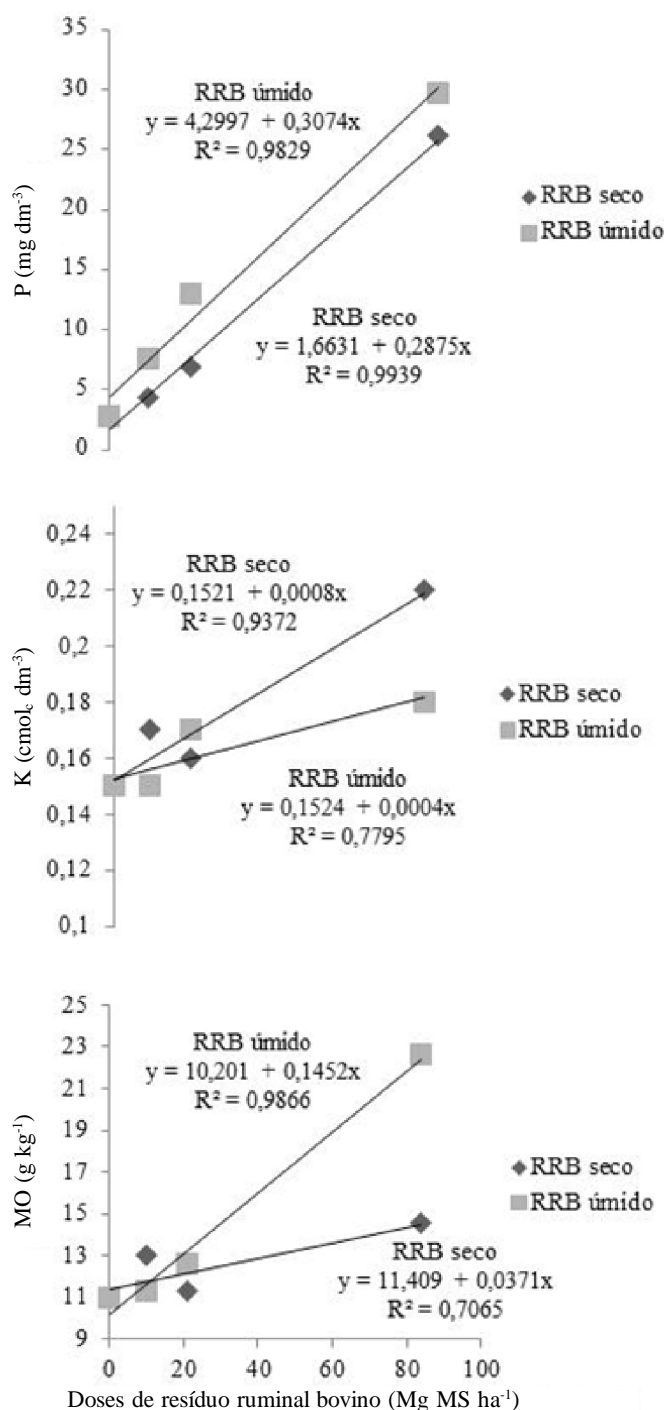


Figura 2. Relação entre os teores de P, K⁺ e matéria orgânica e doses de resíduo ruminal bovino (RRB) aplicadas em um Latossolo Vermelho distrófico da região sudoeste de Mato Grosso

cv. Xaraés, 60 dias após o plantio, sendo superior, portanto, que a adubação química (Figura 3A). No segundo corte as doses crescentes do RRB seco ou úmido apresentaram maior ($p < 0,05$) altura em relação à adubação química (Figura 3C).

A produção de BIO seca do capim Xaraés após 60 dias de cultivo apresentou maior ($p < 0,05$) valor para o RRB seco ou úmido (9,48 e 11,29 g, respectivamente) em relação à adubação química (4,63 g); conforme demonstrado na Figura 3B, a adubação química não foi realizada em doses crescentes, ou

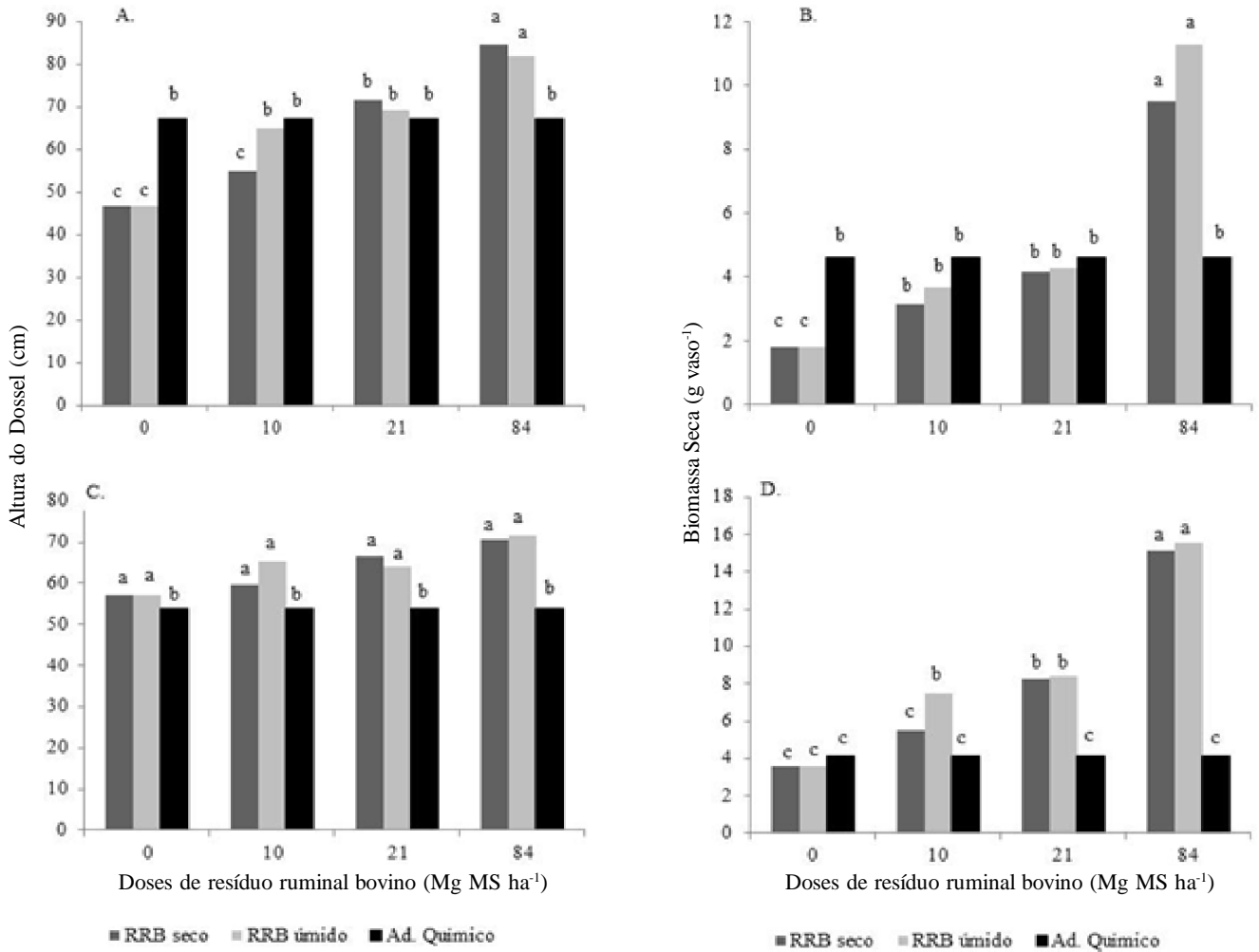


Figura 3. Influência da aplicação das doses de RRB seco ou úmido e adubação mineral (dose única de 50 kg de N ha⁻¹) na altura do dossel e produção de biomassa seca de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés cultivadas em Latossolo Vermelho distrófico, (A) altura do dossel no primeiro corte (C) altura no segundo corte; (B) biomassa seca aos 60 dias de cultivo e (D) aos 120 dias de cultivo

seja, representa apenas a disponibilização de 50 kg de N ha⁻¹. Após 120 dias de cultivo a produção de BIO seca (Figura 3D) do capim Xaraés apresentou valores semelhantes entre a adução química (50 kg de N ha⁻¹) e a dose de 0 Mg MS ha⁻¹ de RRB seco ou úmido porém a dose de 84 Mg MS ha⁻¹ de RRB seco ou úmido (400 kg de N ha⁻¹) apresentou valor superior (p < 0,05) em relação ao tratamento químico (50 kg de N ha⁻¹) e sem a aplicação do RRB seco ou úmido (0 kg de N ha⁻¹).

O aumento dos teores disponíveis de P, K⁺ e N (Tabela 1) devido à aplicação das doses crescentes do RRB seco ou úmido, pode ter contribuído para maior ALT e produção de BIO seca do capim Xaraés após 60 e 120 dias de cultivo (Tabela 3). Em gramíneas o alongamento foliar apresenta grande demanda por nutrientes sendo o N um dos mais importantes (Fagundes et al., 2006). Este fato pode explicar a resposta positiva do capim Xaraés à adubação com RRB seco ou úmido. Martuscello et al. (2005) identificaram, ao estudar características morfogênicas em *Urochloa brizantha* cv. Xaraés cultivadas com diferentes doses de N aplicadas no solo, que a taxa de alongamento foliar foi 35% maior na dose mais elevada de N em relação à testemunha.

Tabela 3. Equações de regressão para o efeito das doses de resíduo ruminal bovino (RRB) aplicadas em Latossolo distrófico da região do sudoeste do estado de Mato Grosso sobre a altura de plantas e produção de biomassa seca de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés

Altura do dossel e biomassa			
Tipo de resíduo	Período de análise	Equação de regressão	R ²
RRB seco	Primeiro corte	y = 52,78 + 0,405x	0,83
RRB úmido		y = 56,18 + 0,333x	0,75
RRB seco	Segundo corte	y = 59,34 + 0,145x	0,78
RRB úmido		y = 60,57 + 0,136x	0,77
RRB seco	Primeiro corte	y = 2,098 + 0,088x	0,99
RRB úmido		y = 2,128 + 0,109x	0,99
RRB seco	Segundo corte	y = 4,355 + 0,131x	0,97
RRB úmido		y = 5,075 + 0,127x	0,94

y - estimativa da altura do dossel em função do aumento das doses de RRB seco ou úmido; x - dose de RRB seco ou úmido

O aumento da BIO seca com aplicação de doses crescentes do RRB seco ou úmido é interessante do ponto de vista da ciclagem de nutrientes e da produção pecuária pois, segundo

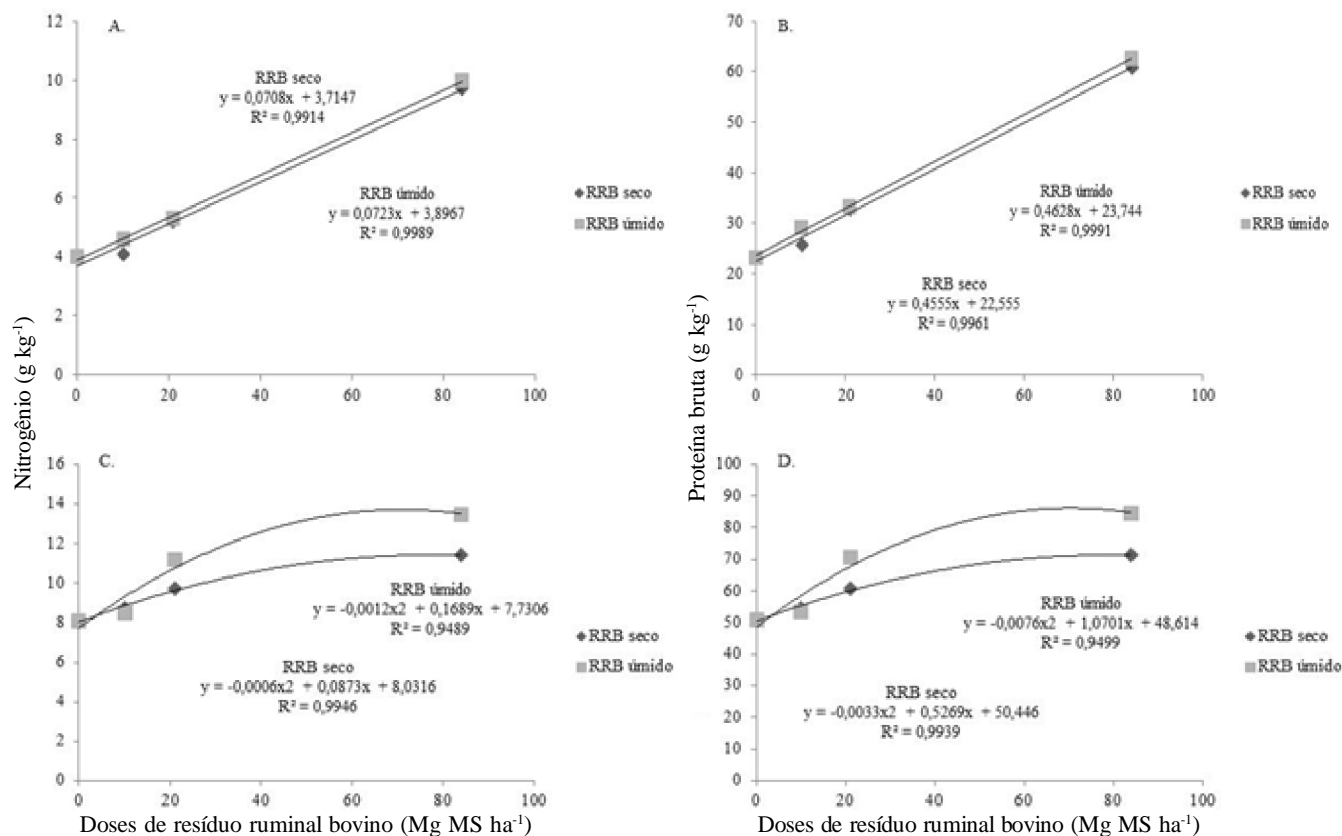


Figura 4. Influência da aplicação das doses de RRB seco ou úmido nos teores de N e PB (proteína bruta) de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés cultivadas em Latossolo Vermelho distrófico, A e B teor de N e PB, respectivamente aos 60 dias após cultivo; C e D para teor de N e PB, respectivamente aos 120 dias após cultivo

Rodrigues et al. (2008) maior produção de BIO seca propicia maior disponibilização de folhas as quais são mais nutritivas em relação ao colmo, sendo preferencialmente consumidas pelos animais ruminantes.

Os teores de N (Figura 4A) e, em contrapartida, de PB (Figura 4B) do capim Xaraés após 60 dias de cultivo em LVd aumentaram linearmente ($p < 0,05$) com as doses de RRB seco ou úmido. No segundo corte os teores de N e PB do capim Xaraés apresentaram comportamento quadrático ($p < 0,05$) em função do aumento das doses de RRB seco ou úmido (Figura 4C e 4D). O ponto de máximo estimado para o teor de N do capim Xaraés foi de $11,21 \text{ g kg}^{-1}$ obtido para a dose de 73 Mg MS ha^{-1} do RRB seco e de $13,67 \text{ g kg}^{-1}$ obtido para a dose de 70 Mg MS ha^{-1} do RRB úmido. O teor de PB do capim Xaraés apresentou ponto de máximo para 120 dias de cultivo de $71,48 \text{ g kg}^{-1}$ para a dose de 80 Mg MS ha^{-1} do RRB seco e de $86,28 \text{ g kg}^{-1}$ para a dose de 70 Mg MS ha^{-1} do RRB úmido. A média de PB do capim Xaraés cultivado na dose de 84 Mg MS ha^{-1} foi superior a $62,23$ e $58,99\%$ para os teores apresentados no capim cultivado no solo sem adubação e adubação mineral, respectivamente.

É evidente que as doses 10 , 21 e 84 Mg MS ha^{-1} do RRB úmido quando extrapoladas para a matéria natural, considerando-se o teor de $7,16\%$ de MS do RRB úmido, proporcionam quantidades (kg) extremamente elevadas para serem transportadas e distribuídas sobre o solo e tornam a utilização deste resíduo inviável para grandes áreas. De maneira

semelhante, a dose de 84 Mg MS ha^{-1} RRB seco pode encarecer os custos com transporte e aplicação em grandes áreas. Apesar disto e tendo em vista que tanto a fertilidade do solo quanto o desenvolvimento da *Urochloa brizantha* cv. Xaraés responderam positivamente à aplicação do RRB seco ou úmido, espera-se que aplicações regulares de quantidades menores também proporcionem efeitos positivos.

O uso de RRB seco ou úmido como fonte de P e N para *Urochloa brizantha* cv. Xaraés é promissor não apenas do ponto de vista ambiental como também da nutrição das plantas possibilitando, à agroindústria, uma destinação adequada desse resíduo.

CONCLUSÕES

1. Em geral, a condição de umidade de resíduo ruminal bovino no momento da aplicação, não influencia os resultados dos atributos do solo, exceto para o pH, MO e CTC_{pH7} .
2. A aplicação de resíduo ruminal bovino, seco ou úmido, promove aumentos lineares nos teores de MO, K^+ e P do solo, contribuindo para a melhoria da sua fertilidade.
3. A aplicação das doses crescentes do resíduo ruminal bovino seco ou úmido no Latossolo Vermelho distrófico, propicia um aumento na altura, na produção de biomassa seca e no teor de nitrogênio para a *Urochloa brizantha* cv. Xaraés cortada após 60 dias de cultivo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT), pelo apoio financeiro a esta pesquisa e à CAPES, pela concessão da bolsa de estudo à primeira autora.

LITERATURA CITADA

- Abreu Júnior, C. H.; Boaretto A. E.; Muraoka, T.; Kiehl, J. C. Uso agrícola de resíduos orgânicos potencialmente poluentes: Propriedades químicas do solo e produção vegetal. *Tópicos Especiais em Ciências do Solo*, v.4, p.391-470, 2005.
- Cantarella, H.; Trivelin, P. C. O. Determinação de nitrogênio total em solo. In: Raij, B. van; Andrade, J. C. de; Cantarella, H.; Quaggio, J. A. (ed.). *Análises químicas para avaliação da fertilidade de solos tropicais*, Campinas: Instituto Agrônomo. 2001. p.262-269.
- Chacón, E. A. V.; Mendonça, E. de S.; Silva, R. R. da; Lima, P. C. de; Silva, I. R.; Cantarutti, R.B. Decomposição de fontes orgânicas e mineralização de formas de nitrogênio e fósforo. *Revista Ceres*, v.58, p.373-383, 2011.
- Costa, M. S. S. de M.; Costa, L. A de M.; Decarli, L. D.; Pelá, A.; Silva, C. J. da; Matter, U. F.; Olibone, D. Compostagem de resíduos sólidos de frigorífico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, p.100-107, 2009.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Manual de métodos de análises de solo*. 2.ed., Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.
- Fagundes, J. L.; Fonseca, D. M. da.; Mistura, C.; Morais, R. V. de.; Vitor, C. M. T.; Gomide, J. A.; Nascimento Júnior, D.; Casa-Grande, D. R.; Costa, L. T. da. Características morfológicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, p.21-29, 2006.
- Fuller, N. H.; Nielsen, D. R.; Miller, R. W. Some factors influencing the utilization of phosphorus from crop residues. *Soil Science Society of America*, v.20, p.218-224, 1956.
- Gil, M. V.; Carballo, M. T.; Calvo, L. F. Fertilization of maize with compost from cattle manure supplemented with additional mineral nutrients. *Waste Management*, v.28, p.1432-1440, 2008.
- Higashidawa, F. S.; Silva, C.A.; Bettiol, W. Chemical and physical properties of organic residues, *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.3, p.1743-1752, 2010.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Estatística da produção pecuária: junho/2011*. http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-leite-couro-ovos_201101.pub.completa.pdf 9.
- Martha Jr., G. B.; Vilela, L.; Sousa, D. M. G. Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina: Embrapa CPAC, 2007. 224p.
- Martuscello, J. A.; Fonseca, D. M. da.; Nascimento Júnior, D.; Santos, P. M.; Ribeiro Junior, J. I. Cunha, D. de N. F. V. da. Moreira, L. de M. M. Características morfológicas e estruturais do capim Xaraés submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, p.1475-1482, 2005.
- Melo, L. C. A.; Silva, C. A. Influência de métodos de digestão e massa de amostra na recuperação de nutrientes em resíduos orgânicos. *Química Nova*, v.31, p.556-561, 2008.
- Melo, L. C. A.; Silva, C. A.; Dias, B. de O. Caracterização da matriz orgânica de resíduos de origens diversificadas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.101-110, 2008.
- Mesquita, E. F. de.; Chaves, L. H. G.; Freitas, B. V.; Silva, G. A.; Sousa, M. V. R.; Andrade, R. Produção de mudas de mamoeiro em função de substratos contendo esterco bovino e volumes de recipientes. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.7, p.58-65, 2012.
- Monteiro, C. de F.; Cantarutti, R. B.; Nascimento Júnior, D. do; Regazzi, A. J.; Fonseca, D.M. da. Dinâmica da decomposição de nitrogênio e função da qualidade de resíduos de gramíneas e leguminosas forrageiras. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, p.1092-1102, 2002.
- Morales, M. M.; Xavier, C. A. M.; Silva, A. A.; Lucas Jr., L. Uso da compostagem para tratamento de resíduo sólido de abatedouro de bovinos. *Revista UNIVAP*, v.13, p.136-137, 2006.
- Pandolfo, C. M.; Ceretta, C.A.; Massignam, A.M.; Veiga, M. da; Moreira, I.C.L. Análise ambiental do uso de fontes de nutrientes associadas a sistemas de manejo do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.12, p.512-519, 2008.
- Pierangeli, M. A. P.; Eguchi, E. S.; Ruppim, R. F.; Costa, R. B. F.; Vieira, D. F. Teores de As, Pb, Cd e Hg e fertilidade de solos da região do Vale do Alto Guaporé, sudoeste do estado de Mato Grosso. *Acta Amazonica*, v.39, p.59-67, 2009.
- Pires, A. A.; Monnerat, P. H.; Marciano, C. R.; Pinho, L. G. da R.; Zampiroli, P. D.; Rosa, R. C. C. R.; Muniz, R. A. Efeito da adubação alternativa do maracujazeiro-amarelo nas características químicas e físicas do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.1997-2005, 2008.
- Pires, A.M.M.; Mattiazzo, M.E. Avaliação da viabilidade do uso de resíduos na agricultura. Jaguariúna: EMBRAPA, 2008. 9p. Circular Técnica, 19
- Ribeiro, A. C.; Guimarães, P. T. G.; Alvarez, V. H. V. (ed.). *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação*. Viçosa: SBCS, 1999. p.25-36.
- Rodrigues, R. C.; Mourão, G. B.; Brennecke, K.; Luz, P. H. de C.; Herling, V. R. Produção de massa seca, relação folha/colmo e alguns índices de crescimento do *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés cultivado com a combinação de doses de nitrogênio e potássio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, p.394-400, 2008.
- Scherer, E. E.; Baldissera, I. T.; Nesi, C. N. Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho sob plantio direto e adubação com esterco de suínos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.31, p.123-131, 2007.
- Shigaki, F.; Sharpley, A.; Prochnow, L.I. Animal-based agriculture, phosphorus management and water quality in Brazil: Options for the future. *Scientia Agrícola*, v.63, p.194-209, 2006.
- Silva, D. J.; Queiroz, A. C. *Análise de alimentos – Métodos químicos e biológicos*. 2 ed., Viçosa: UFV, 2002. 235p.

Vieira, G D. A.; Castilhos, D. D.; Castilhos, R. M. V. Atributos do solo e crescimento do milho decorrentes da adição de lodo anaeróbico da estação de tratamento de efluentes da parbolização do arroz. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.35, p.535-542, 2011.

Vilela, L.; Soares, W. V.; Sousa, D. M. G. de.; Macedo, M. C. M. Calagem e adubação para pastagens. In: Sousa, D. M. G.; Lobato, E. (ed.). *Cerrado: Correção do solo e adubação*. Brasília: EMBRAPA, 2.ed., 2004. p.367-382.