

Características agrônômicas e nutricionais do capim-Marandu em função da aplicação de resíduo líquido de frigorífico

Sabino Pereira da Silva Neto*, José Expedito Cavalcante da Silva, Antonio Clementino dos Santos, José Gerley Diaz Castro, Valdinéia Patricia Dim e Aridouglas dos Santos Araújo

Fundação Universidade Federal do Tocantins, BR 153, Km 112, Cx. Postal 132, 77800-000, Araguaína, Tocantins, Brasil.

*Autor para correspondência. E-mail: sabinozootec@gmail.com

RESUMO. Este experimento foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de resíduo líquido de frigorífico (RLF) sobre os valores da massa seca total, índice de área foliar, taxa de crescimento cultural, número total e peso médio de perfilhos, altura de plantas e nos teores de N, P e K⁺ no tecido vegetal da pastagem de capim-Marandu em Neossolo Quartzarênico Órtico. Foram aplicadas três doses de RLF (37,5; 75 e 112,5 m³ ha⁻¹), além da testemunha. O delineamento experimental utilizado foi em blocos inteiramente casualizados. A produção de massa seca total, o índice de área foliar, taxa de crescimento cultural, o número e peso médio de perfilhos bem como a altura de plantas aumentaram linearmente ($p < 0,05$) com as doses crescentes de RLF. Os teores de N, P e K⁺ tiveram resposta segundo modelo de regressão linear ($p < 0,05$) com aplicação de RLF. A concentração de N ficou na faixa adequada para o capim-Marandu. Os teores de P e K, apesar da resposta positiva às doses de RLF, foram inferiores à taxa de variação adequada no tecido vegetal do capim-Marandu.

Palavras-chave: adubação orgânica, *Brachiaria brizantha* L., efluentes da agroindústria, teores de nutrientes.

ABSTRACT. **Agronomic and nutritional characteristics of Marandu grass from the application of liquid slaughterhouse effluent.** This experiment was carried out to evaluate the effect of liquid slaughterhouse effluent (LSE) on values of total dry mass, leaf area index, culture growth rate, total tiller number and weight, plant height and the levels of N, P and K⁺ in plant tissue of the pasture Marandu grass in Entisol. Three levels of LSE (37.5, 75 and 112.5 m³ ha⁻¹) were applied, as well as a control. The experimental design was completely randomized blocks. The total dry mass production of leaf area index, culture growth rate, tiller number and weight and plant height increased linearly ($p < 0.05$) with increasing levels of LSE. The levels of N, P and K⁺ responded according to a linear regression model ($p < 0.05$) with application of LSE. The concentration of N was in the range suitable for Marandu grass. The levels of P and K⁺, in spite of the positive response to LSE doses, were lower than the adequate rate of variation in the plant tissue of Marandu grass.

Key words: organic fertilization, *Brachiaria brizantha* L., slaughterhouse effluents, nutritional content.

Introdução

As plantas forrageiras, base da exploração do sistema de produção de bovinos no Brasil, necessitam, obrigatoriamente, para o seu desenvolvimento normal de energia solar, de água, de ar, e de quantidade mínima e balanceada de elementos minerais no solo para atender suas demandas nutricionais. Entretanto, na região de Araguaína predominam tipos de solos que apresentam textura arenosa, baixo teor natural de matéria orgânica e com baixa capacidade de fornecimento de nutrientes. Assim, tem-se evidenciado sinais de degradação, das pastagens, após poucos anos de uso.

A indústria frigorífica do Tocantins está crescendo de forma significativa, ocasionando

elevada concentração de resíduos líquidos orgânicos de forma localizada, o qual possui alto potencial de poluição dos recursos hídricos. No entanto, os resíduos líquidos da indústria de frigoríficos de bovinos contêm considerável percentual de matéria orgânica e de nutrientes (GASI, 1993) essenciais para as plantas.

A elevação dos custos dos fertilizantes minerais e a necessidade de melhorar os ganhos de produção, fizeram com que os resíduos orgânicos produzidos pela agroindústria passassem a ser utilizados na fertilização do solo. Os dejetos líquidos vêm apresentando respostas favoráveis na fertirrigação de capim-Marandu (MEDEIROS et al., 2007) em diversos ciclos produtivos desta cultura.

O aumento da produção de forragem tem como promotor a adequada disponibilidade de nutrientes, dentre os quais se destacam N, P e o K^+ , principalmente em pastagens cultivadas (WERNER et al., 1996) em solos de baixa fertilidade. O uso de fertilizantes orgânicos interfere na absorção dos nutrientes do solo o que influencia na composição mineral da forrageira. Os tecidos apresentam concentrações de N, P e K^+ que variam com o estado nutricional das plantas.

Apesar de sua composição favorável para utilização agrícola, o uso no solo, dos resíduos líquidos de frigoríficos, como fertilizante deve ser estudado em diversas condições de modo a comprovar sua efetividade na melhoria da produção e nutrição das plantas forrageiras. Assim sendo, o uso agrícola de efluentes da indústria de carne bovina é fonte alternativa de matéria orgânica e nutriente, podendo influenciar positivamente, os atributos nutricionais e de produção do capim-Marandu sobre Neossolo Quartzarênico Órtico típico.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os atributos nutricionais, as características agronômicas e de produção do capim-Marandu, cultivado em Neossolo Quartzarênico Órtico típico, em função das doses de resíduo líquido de frigorífico de bovinos (37,5; 75 e 112,5 $m^3 ha^{-1}$, além da testemunha).

Material e métodos

O experimento foi realizado na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins (EMVZ–UFT), Campus de Araguaína, no período de 24 de janeiro a 26 de maio de 2008. O município de Araguaína, Estado do Tocantins, situa-se nas coordenadas geográficas aproximadas de latitude $07^{\circ}13'40''S$ e longitude $48^{\circ}14'25''W$.

O solo da área experimental foi classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico típico (EMBRAPA, 2006). Antes do estabelecimento do pasto foram realizadas amostragens para fins de caracterização da fertilidade do solo nas camadas 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm, com sonda de amostragem (Tabela 1). De acordo com Köppen, a região apresenta clima tipo Aw (quente úmido), com temperatura média de $28^{\circ}C$ e precipitação pluviométrica média de 1.800 mm anuais.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados com quatro tratamentos e cinco repetições, totalizando 20 unidades experimentais de 16 m^2 (4 x 4 m). Foram estudadas doses de resíduo líquido de frigorífico (RLF) de bovinos correspondente a 37,5; 75 e 112,5 $m^3 ha^{-1}$ divididas em três aplicações. O RLF foi aplicado de forma uniforme com auxílio de regadores de jardim. As características físicas e químicas do RLF, após tratamento primário, produzido pelo Frigorífico Boi Forte Ltda. de Araguaína estão apresentadas na Tabela 2. A 1ª aplicação (24/1/2008) do RLF foi realizada no momento da implantação da forrageira a 2ª aplicação (17/3/2008) após o corte de uniformização e a 3ª aplicação (21/4/2008) após o primeiro corte.

As taxas de aplicações do RLF foram calculadas em função da disponibilidade de nitrogênio no resíduo em que a soma das aplicações para a dose de 112,5 $m^3 ha^{-1}$ não excedesse a quantidade de 100 kg ha^{-1} de N podendo provocar perdas de nitrito, nitrato e amônia por lixiviação pelo alto volume de RLF aplicado, que poderia comprometer a qualidade do subsolo. Assim, as doses de 37,5; 75 e 112,5 $m^3 ha^{-1}$ de RLF forneceram 20,34; 48,68 e 61,02 kg ha^{-1} de N ($NH_4^+ + NO_2^- + NO_3^-$), respectivamente. As aplicações de 37,5; 75 e 112,5 $m^3 ha^{-1}$ de RLF também forneceram 14,12; 28,24 e 46,36 kg ha^{-1} de P na forma de $H_2PO_4^-$, respectivamente.

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo por ocasião da instalação do experimento, em janeiro de 2008.

Table 1. Physical and chemical characteristics of the soil at the beginning of the experiment, January 2008.

Camada Layer	pH	$H^+ + Al^{3+}$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	SB ⁽¹⁾	K^+	P	MO ⁽²⁾	CTC _e ⁽³⁾	CTC ⁽⁴⁾
cm	CaCl ₂		— cmol _c dm ⁻³ —			— mg dm ⁻³ —		g dm ⁻³	— cmol _c dm ⁻³ —	
0-10	4,06	2,20	0,87	0,30	1,17	12,29	0,92	16,10	1,75	3,40
10-20	4,17	1,60	0,90	0,20	1,10	11,26	0,65	10,74	1,67	2,73
20-30	4,05	1,00	0,83	0,11	0,94	12,29	0,67	9,31	1,41	1,97
30-40	4,23	0,80	0,82	0,12	0,94	10,24	0,62	8,08	1,38	1,77
	V ⁽⁵⁾	m ⁽⁶⁾	Argila Clay	Silte Silt	Arcia Sand	Clas. Text. ⁽⁷⁾		CE ⁽⁸⁾	Dens. AP. ⁽⁹⁾	
			— % —					dS m ⁻¹		g cm ⁻³
0-10	35,32	31,40	3,25	1,90	94,85	Arcia		0,07		1,55
10-20	41,37	32,36	3,50	2,75	93,75	Arcia		0,06		1,53
20-30	49,28	31,17	3,50	2,20	94,30	Arcia		0,05		1,63
30-40	54,71	29,79	3,50	3,00	93,50	Arcia		0,04		1,57

⁽¹⁾ SB: soma de bases trocáveis; ⁽²⁾ MO: matéria orgânica; ⁽³⁾ CTC_e: capacidade efetiva de troca de cátions; ⁽⁴⁾ CTC: capacidade de troca de cátions; ⁽⁵⁾ V: saturação por bases; ⁽⁶⁾ m: saturação por alumínio; ⁽⁷⁾ Clas. Text.: classe textural; ⁽⁸⁾ CE: condutividade elétrica; ⁽⁹⁾ Dens. Ap.: densidade aparente.

⁽¹⁾ SB: sum of exchangeable bases, ⁽²⁾ MO: organic matter, ⁽³⁾ CTC_e: effective cation exchange capacity, ⁽⁴⁾ CTC: cation exchange capacity, ⁽⁵⁾ V: base saturation, ⁽⁶⁾ m: aluminum saturation, ⁽⁷⁾ Clas. Text.: textural class, ⁽⁸⁾ CE: electrical conductivity, ⁽⁹⁾ Dens. Ap.: apparent density.

Tabela 2. Características do resíduo líquido de frigorífico utilizado no experimento.**Table 2.** Characteristics of the liquid slaughterhouse effluent used in the experiment.

Parâmetros Parameters	Un.	1ª Aplicação 1 st Application	2ª Aplicação 2 nd Application	3ª Aplicação 3 rd Application
pH		7,01	6,21	6,24
NH ₄ ⁺	mg L ⁻¹	156,80	29,68	295,00
NO ₂ ⁻	mg L ⁻¹	9,00	0,39	27,30
NO ₃ ⁻	mg L ⁻¹	3,30	18,00	3,00
ST ⁽¹⁾	mg L ⁻¹	18.887,00	10.982,00	9.688,00
SS ⁽²⁾	mg L ⁻¹	9,60	9,00	150,00
H ₂ PO ₄ ⁻	mg L ⁻¹	122,00	235,30	19,25
SO ₄ ²⁻	mg L ⁻¹	16,20	< 0,01	< 1,00
OD ⁽³⁾	mg L ⁻¹	0,70	0,00	0,00
DBO ⁽⁴⁾	mg L ⁻¹	6.200,00	5.230,00	7.400,00
DQO ⁽⁵⁾	mg L ⁻¹	16.740,00	22.200,00	15.690,00

⁽¹⁾ST: sólidos totais, ⁽²⁾SS: sólidos sedimentáveis, ⁽³⁾OD: oxigênio dissolvido, ⁽⁴⁾DBO: demanda bioquímica de oxigênio, ⁽⁵⁾DQO: demanda química de oxigênio.

⁽¹⁾ST: total solids, ⁽²⁾SS: solid sediment, ⁽³⁾OD: dissolved oxygen, ⁽⁴⁾DBO: biochemical oxygen demand, ⁽⁵⁾DQO: chemical oxygen demand.

Foi realizado o preparo convencional do solo com uma aração e duas gradagens. Independente do tratamento, foi realizada a correção do solo com base nos dados da análise de solo, pelo método de saturação de base ($V_2 = 50\%$). Foi semeada, a lanço, a cultivar Marandu de *Brachiaria brizantha* L. no dia 24 de janeiro de 2008 com taxa de semeadura de 6 kg de sementes ha⁻¹.

As características agrônômicas avaliadas da forragem foram: a disponibilidade de massa seca total e dos componentes morfológicos lâmina foliar, colmo + bainha foliar e material morto. A forragem foi coletada em um ponto onde a altura do dossel forrageiro estava igual à altura média de 20 pontos aleatórios da unidade experimental, respeitando-se um intervalo de 35 dias entre as amostragens sucessivas. Nesse ponto, com o auxílio de quadro de amostragem de 0,5 m² (1,0 x 0,5 m), a forragem foi colhida, à altura de 15 cm do solo, e colocada em sacos identificados e levados para pesagem e então foram subamostradas para determinação da composição morfológica. Foi estimada a taxa de crescimento cultural, que correspondeu ao incremento diário na massa seca total de forragem, por unidade de área. A segunda alíquota foi utilizada para a determinação do índice de área foliar, conforme Alexandrino et al. (2005). As amostras da forragem após pré-secas e moídas, em peneira de 1 mm, foram analisadas quanto aos teores de N, P e K⁺ (EMBRAPA, 1999).

O número de perfilhos foi determinado por meio da contagem em um ponto aleatório, representativo da altura média do dossel forrageiro da unidade experimental, com auxílio de um quadro de amostragem de 0,15 m² (1,0 x 0,15 m). A altura do dossel foi medida utilizando-se régua graduada em centímetros de 1 m. Foram medidos 20 pontos aleatórios em cada unidade experimental. A altura do dossel forrageiro, em cada ponto, correspondeu à altura da curvatura das folhas superiores em torno da régua.

Após as coletas periódicas, os dados foram submetidos à análise de variância e regressão, para verificar a significância do efeito das doses de RLF sobre os atributos avaliados, utilizando-se o software Assistat versão 7.5 beta. A escolha da equação de regressão foi realizada com base no coeficiente de determinação (R^2), na significância da regressão e de seus coeficientes, testados em nível de 1% e 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

A utilização de doses crescentes de RLF promoveu incremento ($p < 0,05$) na produção de massa seca total (MST) do capim-Marandu, segundo modelo linear no primeiro (Figura 1a) e segundo (Figura 1b) cortes, o que possivelmente foi ocasionado pela maior disponibilidade de nutrientes mineralizados, oriundos do RLF. Resultados semelhantes foram observados por Durigon et al. (2002) e Scheffer-Basso et al. (2008) utilizando chorume suíno.

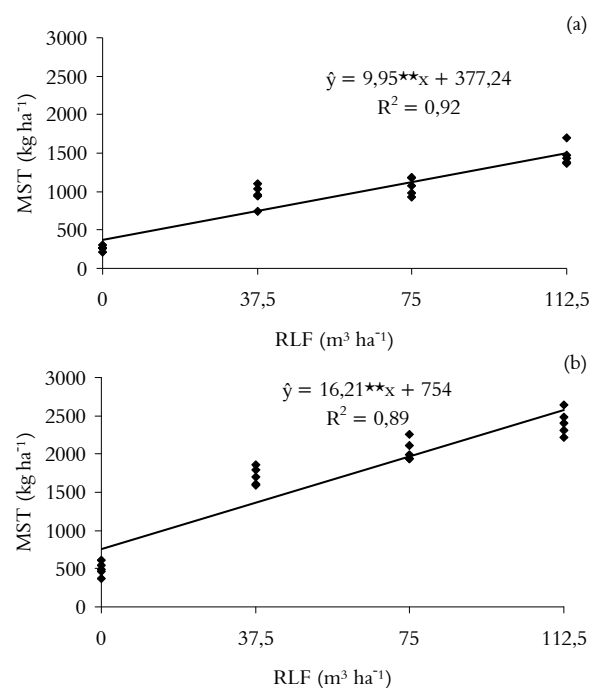


Figura 1. Produção de massa seca total (MST) de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em função de doses crescentes de resíduo líquido de frigorífico (RLF), no primeiro (a) e segundo (b) corte.

Figure 1. Production of total dry mass (MST) of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu with increasing levels of liquid slaughterhouse effluent (RLF), in the first (a) and second (b) cutting.

No primeiro corte, os aumentos na produção de MST atingiram 750; 1.123 e 1.497 kg ha⁻¹ com as doses de 37,5; 75 e 112,5 m³ ha⁻¹, respectivamente, resultando em incrementos de 199; 298 e 397% quando comparado às plantas que não receberam suprimento de RLF. Observa-se, que apesar das condições climáticas favoráveis, a produção de MST,

com a aplicação sistêmica de RLF, foi inferior as encontradas por Benett et al. (2008) que foram de 1.879 kg ha⁻¹.

A produção de MST no segundo corte da forrageira com aplicação de RLF apresentou valores de 1.362; 1.970 e 2.578 kg ha⁻¹ nas doses de 37,5; 75 e 112,5 m³ ha⁻¹, respectivamente, e incrementos de 181; 261 e 342% em relação à testemunha e de 81; 75 e 72% em comparação ao primeiro corte evidenciando o efeito residual do RLF das três aplicações realizadas. Apesar desse acréscimo na produção de MST não houve interação entre as doses de RLF e a época de corte. Esses aumentos na produção de MST com aplicação de RLF neste ciclo produtivo ficaram próximos aos encontrados por Cecato et al. (2000) que foram de 1.925 kg ha⁻¹ e aos de Benett et al. (2008) que encontraram produção de MST de 1.810 kg ha⁻¹ utilizando-se adubação química.

Quando se analisa a aplicação de doses de 112,5 m³ ha⁻¹ sobre a produção de MST no 2º corte, em comparação ao trabalho de Medeiros et al. (2007) que estudaram os efeitos da fertilização do capim-Marandu com dejetos líquidos de suínos e que obtiveram produção de 3.020 kg ha⁻¹ com aplicação de 180 m³. Desses dejetos que possuem características físicas semelhantes ao do RLF, verifica-se assim alto potencial de utilização agrícola do RLF sobre capim-Marandu, pois a produção se assemelha aos respectivos experimentos.

De modo geral, as produções de MST observadas com aplicação sistêmica de RLF, nos dois ciclos produtivos ficaram abaixo quando comparadas aos estudos de Cecato et al. (2004) encontraram produção de 3.230 kg ha⁻¹ no período do verão, com aplicação de 50 e 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e N, respectivamente, e ao de Primavesi et al. (2006) que utilizaram 200 kg ha⁻¹ de N, e observaram produtividade de 6.650 kg ha⁻¹ aos 45 dias. No entanto, a superioridade na produção apresentada nesses estudos, pode ter relação direta com a fertilidade natural dos solos utilizados nestes experimentos em relação ao do presente trabalho (Tabela 1).

O índice de área foliar (IAF) apresentou mesma tendência da produção MST, tendo em vista que este se relaciona diretamente com a massa seca de folhas. Nesse sentido, o IAF aumentou linearmente com o incremento das doses crescentes de RLF nos dois cortes como relatado por Fagundes et al. (2006), provavelmente em razão do efeito dos nutrientes do resíduo sobre a taxa de alongamento foliar e comprimento final das folhas, pois o IAF é a relação entre a área de folhas disponível para interceptar a radiação solar por unidade de área.

Verificaram-se, no primeiro corte (Figura 2a), valores de IAF iguais a 1,55; 2,41 e 3,28 para os

tratamentos de 37,5; 75 e 112,5 m³ ha⁻¹ de RLF. No segundo corte (Figura 2b), os valores foram 2,28; 3,25 e 4,23 para as respectivas doses crescentes de RLF. Os valores do IAF ficaram próximos aos encontrados por Fagundes et al. (2006) que constatarem em *Brachiaria decumbens* em pastejo contínuo e mantido a 20 cm de altura, crescimento linear em função de doses crescente de N com valores de IAF que variam de 2,0 a 3,7 nas doses de 50 e 300 kg ha⁻¹ de N, respectivamente. Enquanto Paciullo et al. (2007) encontraram valor médio de IAF igual a 1,52. Assim a aplicação de RLF proporciona a manutenção de IAF bem próximos aos encontrados em sistema de pastejo fertilizado com adubo químico.

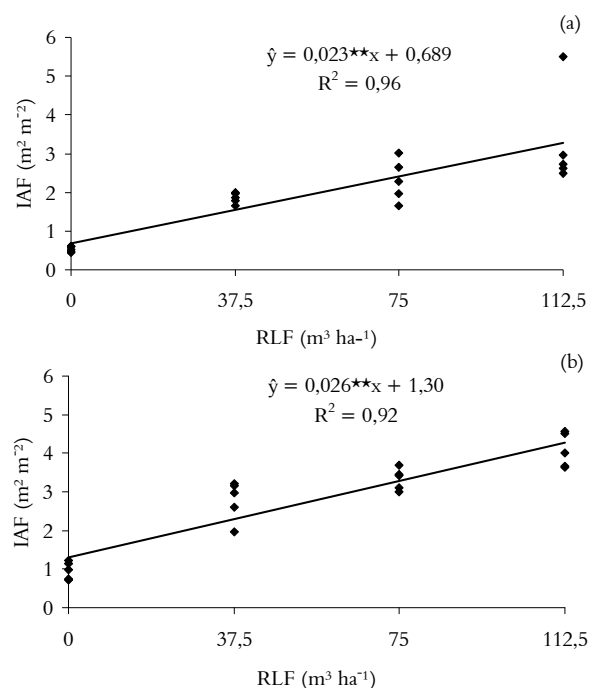


Figura 2. Índice de área foliar (IAF) de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em função de doses crescentes de resíduo líquido de frigorífico (RLF), no primeiro (a) e segundo (b) corte.

Figure 2. Leaf area index (IAF) of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu with increasing levels of liquid slaughterhouse effluent (RLF), in the first (a) and second (b) cutting.

Uma observação mais detalhada, na literatura, revela que esses resultados são inferiores aos de Pedreira et al. (2007), que trabalhando com pastejo intermitente com intervalo médio 31,7 dias, encontraram IAF de 4,70 em pastagem de capim-Xaraés. No entanto, as contribuições das aplicações do RLF não podem ser desconsideradas tendo em vista os possíveis incrementos que este resíduo pode trazer ao IAF com doses superiores as trabalhadas nesse estudo, pois o IAF aumentou linearmente com as doses crescentes de RLF com incrementos de 0,023 e 0,024 unidades m³ ha⁻¹ de RLF. Vale

ressaltar, ainda, que o trabalho de Pedreira et al. (2007) foi realizado em Nitossolo Vermelho de elevada fertilidade.

A aplicação de doses crescentes de RLF trouxe incrementos na TCC de forma linear nos dois ciclos de produção avaliados. No primeiro corte (Figura 3a), foram registradas TCC de 21,26; 31,76 e 42,26 kg ha⁻¹ dia⁻¹ e incrementos, em relação à dose testemunha, de 97,58; 195,17 e 292,75% nas doses crescentes de 37,5; 75 e 112,5 m³ ha⁻¹, respectivamente. Os valores da TCC encontrados foram bem discretos visto que Benett et al. (2008) encontraram TCC de 60,35 kg ha⁻¹ dia⁻¹ no primeiro ciclo e Fagundes et al. (2006) constataram que a TCC foi de 67,10 kg ha⁻¹ dia⁻¹. No entanto, quando são observados os incrementos promovidos pelo RLF, em relação à testemunha, verifica-se alto potencial de uso agrícola desse rejeito já que este proporcionou aumentos de TCC sob solo que possui, naturalmente, baixos teores de matéria orgânica e nutrientes (Tabela 1).

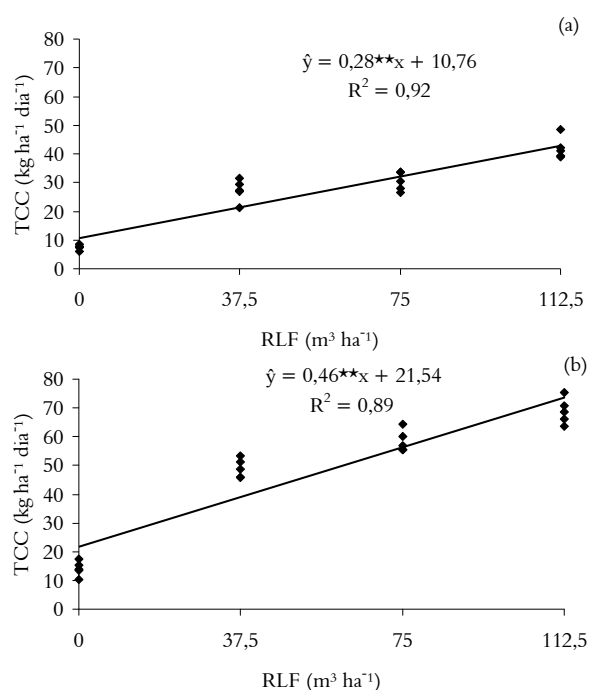


Figura 3. Taxa de crescimento cultural (TCC) (kg ha⁻¹ dia⁻¹) de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em função de doses crescentes de resíduo líquido de frigorífico (RLF), no primeiro (a) e segundo (b) corte.

Figure 3. Culture growth rate (TCC) (kg ha⁻¹ day⁻¹) of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu with increasing levels of liquid slaughterhouse effluent (RLF), in the first (a) and second (b) cutting.

A TCC apresentou alta correlação com IAF, por conseguinte os baixos valores de IAF encontrados, nas doses de RLF empregados. A TCC, no segundo corte (Figura 3b) do capim-Marandu, atingiu valores de 38,79; 56,04 e 73,29 kg ha⁻¹ dia⁻¹ nas respectivas doses

crescentes de RLF. Não se diferindo do primeiro corte essas resposta na TCC são discretas, mas os aumentos promovidos pela aplicação do RLF, em comparação à dose testemunha são na ordem de 180,08; 260,17 e 340,25% o que pode justificar a utilização deste como fertilizante. Além do que esses valores, apesar de não ter ocorrido interação entre as doses de RLF e a época de corte, apresentaram TCC superiores ao primeiro ciclo produtivo, isso se deve a maior produção de MST neste corte, pois a TCC é definida como a massa seca acumulada por unidade de área por unidade de tempo. Assim, no valor de IAF ótimo a interceptação de aproximadamente toda a luz incidente, com mínimo de autossombreamento, proporciona o máximo valor de TCC.

A contagem do número total de perfilhos (NTP), por ocasião dos dois cortes (Figura 4a e b), realizados indicou resposta linear positiva em função das doses crescentes de RLF, o que favoreceu a manutenção da produção de MST e a perenidade da pastagem. O perfilhamento é afetado por fatores ambientais tais como, temperatura, luz solar, nutrição mineral e suprimento de água (CECATO et al., 2008). Assim, a resposta no processo de perfilhamento, possivelmente, deve-se a disponibilização de nutrientes pelas doses RLF. O nutriente mineral que mais aumenta o perfilhamento é o N. Desse modo, as concentrações de N do RLF utilizado nas três aplicações (Tabela 2) foi capaz de proporcionar aumentos na densidade populacional de perfilhos.

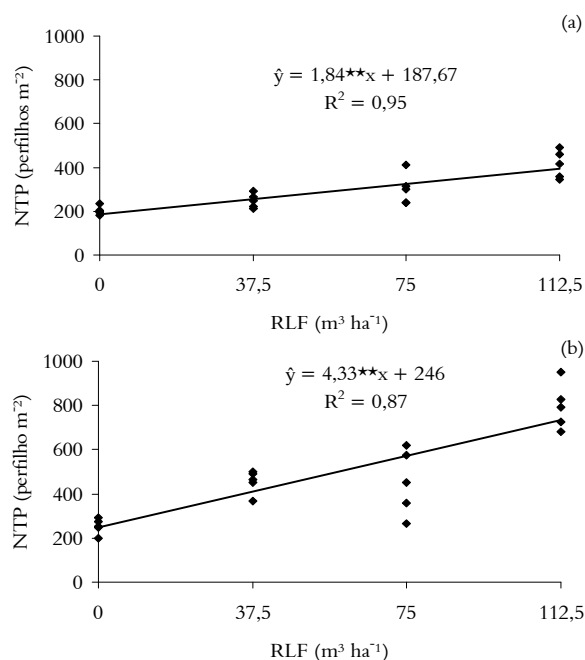


Figura 4. Número total de perfilhos (NTP) (perfilhos m⁻²) de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em função de doses crescentes de resíduo líquido de frigorífico (RLF), no primeiro (a) e segundo (b) corte.

Figure 4. Total number of tillers (NTP) (tillers m⁻²) of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu with increasing levels of liquid slaughterhouse effluent (RLF), in the first (a) and second (b) cutting.

Os resultados encontrados corroboram com as informações relatadas por Lavres Júnior et al. (2008) que observaram resposta linear no NTP do capim-Marandu em condições de casa-de-vegetação e cultivado em solução nutritiva completa. A magnitude de resposta do NTP às doses de RLF foi de 1,8 e 4,3 perfilhos m^{-2} m^{-3} de RLF no primeiro e segundo corte, respectivamente. Fagundes et al. (2006) encontraram respostas de 3,14 e 3,18 perfilhos kg^{-1} de N em Basilisk. Assim, a aplicação de RLF, no primeiro ciclo produtivo do capim-Marandu, foi inferior aos encontrados por Fagundes et al. (2006). Comparando-se ao experimento de Cecato et al. (2000) obtiveram produção de 1.541 perfilhos m^{-2} . Esse valor é superior aos encontrados com a aplicação de 112,5 m^3 ha^{-1} de RLF que teve máximo NTP de 395 e 733 perfilhos m^{-2} no primeiro e segundo corte, respectivamente.

O peso médio de perfilhos (PMP) aumentou segundo modelo quadrático com PMP máximo teórico de 0,46 e 0,47 g MS perfilho $^{-1}$ com aplicação de 90 e 70 m^3 ha^{-1} de RLF no primeiro (Figura 5a) e segundo (Figura 5b) ciclos produtivos, respectivamente. Esse comportamento também foi observado por Alexandrino et al. (2004), trabalhando com capim-Marandu em casa-de-vegetação. O PMP máximo encontrado por esse autor foi de 1,32 g MS perfilho $^{-1}$ aos 35 dias de rebrote e na dose de 20 mg

dm^{-3} semana $^{-1}$ de N. A redução no PMP com a aplicação de 112,5 m^3 ha^{-1} de RLF ocorreu em razão da pastagem ser mantida em regime de desfolhação (35 dias) que intensificou o perfilhamento (Figura 4) nessa dose de RLF, o que causou uma redução no PMP, pois, segundo Alexandrino et al. (2003), a relação peso e número de perfilhos estão negativamente correlacionados. Nesse sentido, a dose de 112,5 m^3 ha^{-1} teve alta produção de perfilhos com menor PMP.

Os PMP máximos ficaram abaixo dos valores encontrados por Sbrissia e Da Silva (2008) que observaram, em pasto de capim-Marandu, valores de PMP de 0,83 e 1,26 g MS perfilho $^{-1}$ no verão de 2002 nas alturas de dossel forrageiro de 30 e 40 cm, respectivamente. Assim, as doses de RLF contribuíram de forma discreta para o PMP por causa do intervalo de cortes estabelecido (35 dias), entretanto, possivelmente, regime de desfolhação menos intenso poderia aumentar a taxa de produção de colmo comprometendo a relação folha/colmo.

A altura das plantas do capim-Marandu, no primeiro (Figura 6a) e segundo (Figura 6b) corte apresentou acréscimo linear com o incremento das doses de RLF. Nota-se, assim, que o RLF estimula o crescimento rápido das plantas, o que possibilita a realização de cortes mais frequentes em razão da redução no tempo de rebrota. Entretanto, segundo Alexandrino et al. (2003), cortes frequentes reduzem o vigor de rebrote do capim-Marandu e, com isso, a produção de massa seca total, mas a nutrição mineral principalmente as altas doses de N amenizam o efeito negativo dos cortes pela alta ativação dos tecidos meristemáticos (gemmas axilares) mesmo com a decapitação do meristema apical.

A concentração de N na parte aérea da planta de capim-Marandu ajustou-se ao modelo linear de regressão à medida que elevou as doses de RLF nos dois cortes realizados. Os teores de N encontrados na gramínea foram de 15,05; 15,9 e 16,8 no primeiro (Figura 7a) e de 15,7; 16,7 e 17,8 g kg^{-1} no segundo corte (Figura 7b) nas doses 37,5; 75 e 112,5 m^3 ha^{-1} de RLF, respectivamente, sendo a faixa adequada nessas plantas de 13 a 20 g kg^{-1} (WERNER et al., 1996). Monteiro et al. (1995) encontraram concentração de 26,80 g kg^{-1} de N na parte aérea do capim-Marandu. Assim, verifica-se que a aplicação de RLF contribuiu para elevar as concentrações de N na lâmina foliar da forragem, esse fato sem dúvidas ocorreu pela disponibilização do N pelo RLF, na forma mineral que foi assimilada pela planta, em função da baixa concentração de matéria orgânica do solo utilizado no estudo (Tabela 1), pois o N encontra tão somente na forma orgânica.

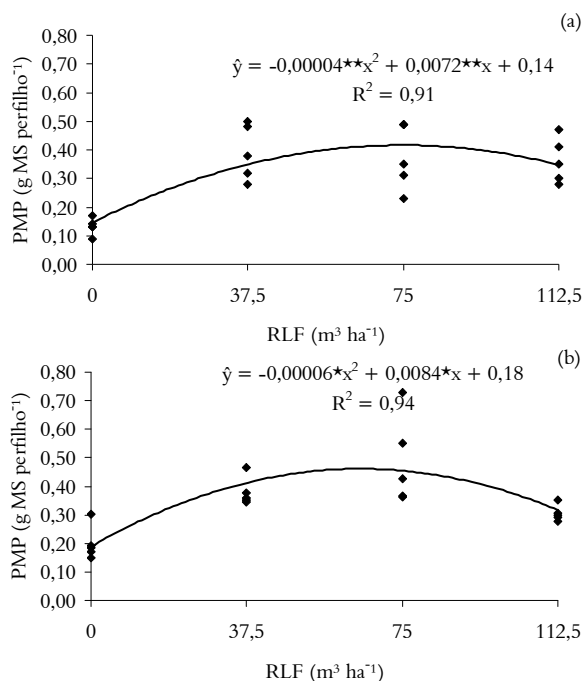


Figura 5. Peso médio de perfilho (PMP) (g MS perfilho $^{-1}$) de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em função de doses crescentes de resíduo líquido de frigorífico (RLF), no primeiro (a) e segundo (b) corte.

Figure 5 - Average tiller weight (PMP) (g DM tiller $^{-1}$) of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu with increasing levels of liquid slaughterhouse effluent (RLF), in the first (a) and second (b) cutting.

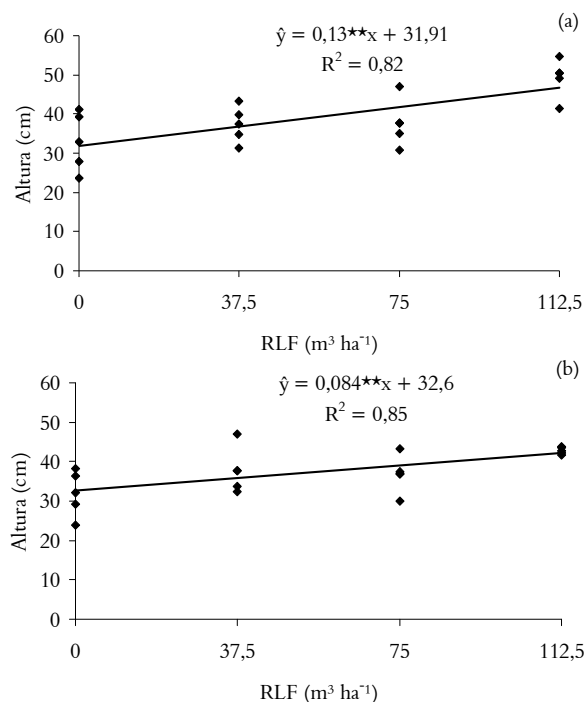


Figura 6. Altura de plantas (cm) de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em função de doses crescentes de resíduo líquido de frigorífico (RLF), nos primeiro (a) e segundo (b) cortes.

Figure 6. Plant height (cm) of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu with increasing levels of liquid slaughterhouse effluent (RLF), in the first (a) and second (b) cutting.

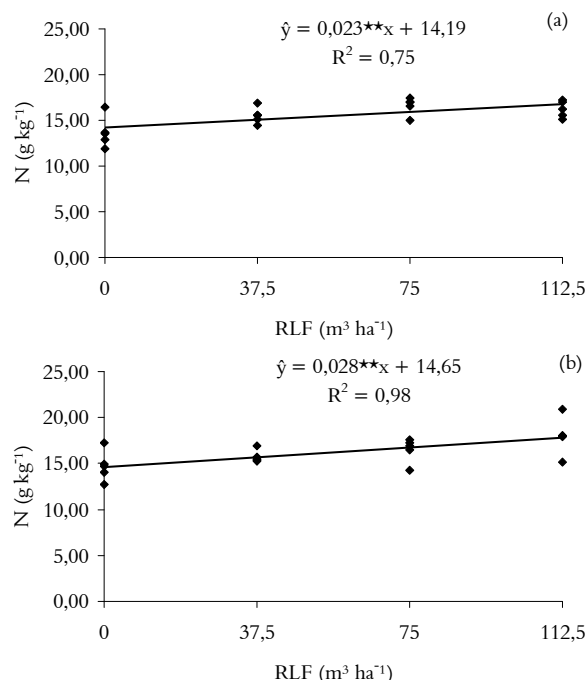


Figura 7. Teores de nitrogênio (N) na parte aérea de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em função de doses crescentes de resíduo líquido de frigorífico (RLF), nos primeiro (a) e segundo (b) cortes.

Figure 7. Nitrogen (N) content in shoots of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu with increasing levels of liquid slaughterhouse effluent (RLF), in the first (a) and second (b) cutting.

Quando se analisa a extração de N do solo pela testemunha que foi de 11,6 kg ha⁻¹ e da dose de

112,4 kg ha⁻¹ de RLF que foi de 62,2 kg ha⁻¹ nos dois cortes realizados, confirma-se a contribuição do N via RLF. As concentrações de N encontradas na parte área da forragem com a utilização de doses crescentes de RLF estão próximas das observadas pela literatura. Maciel et al. (2007), cultivando em casa-de-vegetação capim-Marandu em Neossolo Quartzarênico, encontraram teores de N de 11 e 11,2 g kg⁻¹ nas primeira e segunda avaliações, respectivamente. Já Primavesi et al. (2006) observaram concentrações de N na biomassa de capim-Marandu cultivado em Latossolo Vermelho variando de 17 a 24 g kg⁻¹ em doses de 50 a 200 kg ha⁻¹ na forma de uréia. Costa et al. (2008), em Latossolo Vermelho cultivado com capim-Marandu, verificaram teores de N que variam de 15,40 a 20,86 g kg⁻¹ nas doses de 100 a 300 kg ha⁻¹ tendo como fonte a uréia.

Esse incremento nos teores de N no tecido vegetal pela aplicação de RLF traz resultados positivos além do estado nutricional das plantas, quando o N total é convertido em teor de proteína bruta (PB). Observam-se, assim, teores de PB de 9,4; 9,9 e 10,5% no primeiro corte e de 9,8; 10,5 e 11,1% no segundo corte nas aplicações de 37,5; 75 e 112,5 m³ ha⁻¹ de RLF, respectivamente.

Os teores de P na parte aérea de capim-Marandu variaram de 0,37 até 0,48 g kg⁻¹ no primeiro corte (Figura 8a) e de 0,57 a 0,68 g kg⁻¹ no segundo corte (Figura 8b). Observou-se, assim, que houve incremento linear na concentração de P no capim-Marandu com o aumento das doses de RLF. No entanto, os teores de P ficaram abaixo da faixa de concentração preconizada por Werner et al. (1996) de 0,8 a 3 g kg⁻¹. Monteiro et al. (1995) observaram concentração de P no capim-Marandu de 2,4 g kg⁻¹ em solução nutritiva completa, já Primavesi et al. (2006) tiveram respostas superiores no cultivo de forragem em Latossolo Vermelho que variaram de 3,3 a 2,8 g kg⁻¹. O incremento linear na concentração de P com aplicação de RLF podem ter ocorrido, pelo fato que a disponibilização de nutrientes minerais, especialmente na forma nitrogenada, favorece a absorção de P e K⁺.

A extração de fósforo do solo foi de 2,37 kg ha⁻¹ na dose de 112,5 kg ha⁻¹ de RLF nos dois ciclos produtivos e de 336 mg ha⁻¹ na testemunha esse valor muito inferior é proporcionado pelas baixas concentrações de P no solo (Tabela 1). Desse modo, apesar de os valores baixos de P encontrados no tecido vegetal, o RLF contribuiu significativamente para os incrementos deste nutriente no vegetal. Assim, possivelmente, se for aliada adubação química de P a fertilização do solo com o RLF podem-se adequar as concentrações de P na forragem, reduzindo os custos com a fertilização mineral.

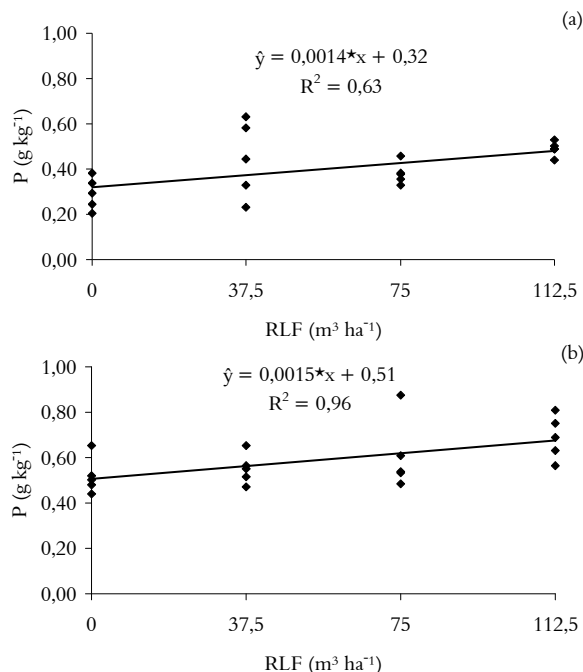


Figura 8. Teores de fósforo (P) na parte aérea de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em função de doses crescentes de resíduo líquido de frigorífico (RLF), nos primeiro (a) e segundo (b) cortes.

Figure 8. Phosphorus (P) content in shoots of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu with increasing levels of liquid slaughterhouse effluent (RLF), in the first (a) and second (b) cutting.

As concentrações de K^+ quantificada na parte aérea nos dois cortes do capim-Marandu foram influenciadas pelas doses crescentes de RLF. Observaram-se ajustes lineares de regressão com teores que variam entre 8,4 a 9,7 e de 5,6 a 7,3 g kg^{-1} nos primeiro (Figura 9a) e segundo (Figura 9b) cortes, respectivamente. Esses valores foram inferiores à faixa adequada para essa forrageira, que é de 12 a 30 g kg^{-1} Werner et al. (1996) e de 22 a 29 g kg^{-1} em folhas novas (MATOS; MONTEIRO, 1998). Nota-se que nem mesmo a maior dose aplicada de RLF (112,5 m² ha⁻¹) foi capaz de manter as concentrações de K^+ adequadas no tecido vegetal.

As observações quanto à baixa capacidade de fornecimento de K^+ pelo RLF é comprovada por Monteiro et al. (1995) que encontraram na parte aérea de capim-Marandu concentração de 25 g kg^{-1} de K^+ em solução nutritiva completa. Matos e Monteiro (1998) também em solução nutritiva encontraram respostas na concentração máxima de K^+ nas lâminas de folhas velhas e novas de 56,2 e 66,1 g kg^{-1} , respectivamente, no primeiro corte. Enquanto Primavesi et al. (2006) observaram que os teores variaram de 28 a 35 g kg^{-1} . Entretanto, não podem ser desconsideradas as contribuições promovidas pelo RLF no aumento dos teores de K^+ na parte aérea da forragem cultivada em solo com baixas concentrações de K^+ (Tabela 1).

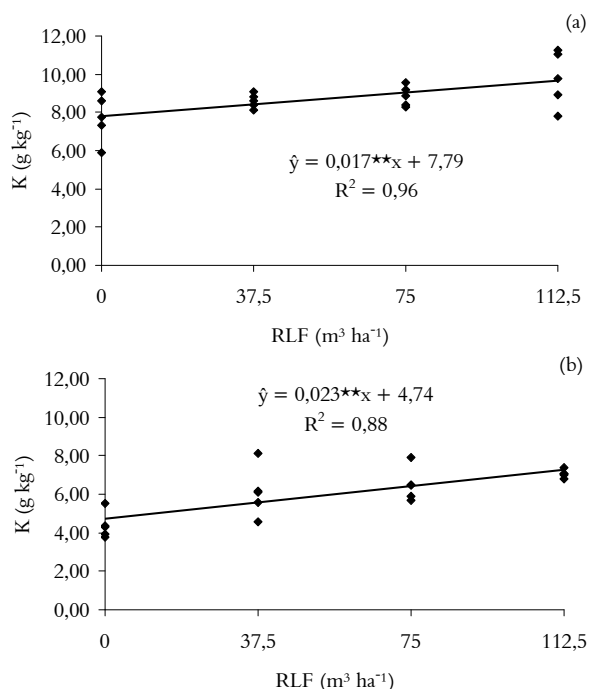


Figura 9. Teores de potássio (K) na parte aérea de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em função de doses crescentes de resíduo líquido de frigorífico (RLF), nos primeiro (a) e segundo (b) cortes.

Figure 9. Potassium (K) content in shoots of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu with increasing levels of liquid slaughterhouse effluent (RLF), in the first (a) and second (b) cutting.

Conclusão

A aplicação sistêmica de resíduo líquido de frigorífico proporcionou aumentos na produção de massa seca total de capim-Marandu com características produtivas desejáveis a produção animal a pasto. Além disso, mantiveram os teores de N no tecido vegetal dentro da faixa adequada.

Agradecimentos

Ao CNPq, pela bolsa concedida ao terceiro e sexto autores e ao Frigorífico Boi Forte Ltda. de Araguaína, pelo apoio.

Referências

- ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; MOSQUIM, D. R.; REGAZZI, A. J.; ROCHA, F. C.; SOUSA, D. P. Produção de massa seca e vigor de rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a diferentes doses de nitrogênio e frequências de cortes. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**. v. 40, supl. 2, p. 141-147, 2003.
- ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; MOSQUIM, D. R.; REGAZZI, A. J.; ROCHA, F. C. Características morfogênicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1372-1379, 2004.

- ALEXANDRINO, E.; GOMIDE C. A. M.; CÂNDIDO, M. J. D.; GOMIDE, J. A. Período de descanso, características estruturais do dossel e ganho de peso vivo de novilhos em pastagens de capim-Mombaça sob lotação intermitente. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2174-2184, 2005.
- BENETT, C. G. S.; BUZETTI, S.; SILVA, K. S.; BERGAMASCHINE, A. F.; FABRICIO, J. A. Produtividade e composição bromatológica do capim-marandu a fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 5, p. 1629-1636, 2008.
- CECATO, U.; YANAKA, F. Y.; BRITO FILHO, M. R. T.; SANTOS, G. T.; CANTO, M. W.; ONORATO, W. M.; PETERNELLI, M. Influência da adubação nitrogenada e fosfatada na produção, na rebrota e no perfilhamento do capim-Marandu (*Brachiaria brizantha* [Hochst] Stapf. cv. Marandu). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 22, n. 3, p. 817-822, 2000.
- CECATO, U.; PEREIRA, L. A. F.; GALBEIRA, S.; SANTOS, G. T.; DAMASCENO, J. C.; MACHADO, A. O. Influência das adubações nitrogenada e fosfatada sobre a produção e características da rebrota do capim Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf cv. Marandu). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26, n. 3, p. 399-407, 2004.
- CECATO, U.; SKROBOT, V. D.; FAKIR, G. R.; BRANCO, A. F.; GALBEIRO, S.; GOMES, J. A. N. Perfilhamento e características estruturais do capim-Mombaça, adubado com fontes de fósforo, em pastejo. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 30, n. 1, p. 1-7, 2008.
- COSTA, K. A. P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P.; ARAÚJO, J. L.; RODRIGUES, R. B. Doses e fontes de nitrogênio em pastagem de capim-marandu. II – nutrição nitrogenada da planta. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, v. 32, n. 4, p. 1601-1607, 2008.
- DURIGON, R.; CERETTA, C. A.; BASSO, C. J.; BARCELLOS, L. A. R.; PAVINATO, P. S. Produção de forragem em pastagem natural com o uso de esterco líquido de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 4, p. 983-992, 2002.
- EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de análises de solo, planta e fertilizante**. Brasília: Embrapa produção de informação, 1999.
- EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa produção de informação, 2006. 306p.
- FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; MORAIS, R. V.; MISTURA, C.; VITOR, C. M. T.; GOMIDE, J. A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; SANTOS, M. E. R.; LAMBERTUCCI, D. M. Avaliação das características estruturais do capim-Braquiária em pastagens adubadas com nitrogênio nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 30-37, 2006.
- GASI, T. M. T. **Caracterização, reaproveitamento e tratamento de resíduos de frigoríficos, abatedouros e graxarias**. São Paulo: Cetesb, 1993.
- LAVRES JÚNIOR, J.; MONTEIRO, F. A.; SCHIAVUZZO, P. F. Concentração de enxofre, valor SPAD e produção do capim-Marandu em resposta ao enxofre. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 3, p. 225-231, 2008.
- MACIEL, G. A.; COSTA, S. E. G. V. A.; FURTINI NETO, A. E.; FERREIRA, M. M.; EVANGELISTA, A. R. Efeito de diferentes fontes de fósforo na *Brachiaria brizantha* cv. Marandu cultivada em dois tipos de solos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 2, p. 227-233, 2007.
- MATOS, W. T.; MONTEIRO, F. A. Respostas de *Braquiária brizantha* a doses de potássio. **Scientia Agricola**, v. 55, n. 3, p. 428-437, 1998.
- MEDEIROS, L. T.; REZENDE, A. V.; VIEIRA, P. F.; CUNHA NETO, F. R.; VALERIANO, A. R.; CASALI, A. O.; GASTALDELLO JUNIOR, A. L. Produção e qualidade da forragem de capim-Marandu fertiirrigada com dejetos líquidos de suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 2, p. 309-318, 2007.
- MONTEIRO, F. A.; RAMOS, A. K. B.; CARVALHO, D. D.; ABREU, J. B. R.; DAIUB, J. A. S.; SILVA, J. E. P.; NATALE, W. Cultivo de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em solução nutritiva com omissões de macronutrientes. **Scientia Agricola**, v. 52, n. 1, p. 135-141, 1995.
- PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. A. B.; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; LOPES, F. C. F.; ROSSIELLO, R. O. P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-Braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 4, p. 573-579, 2007.
- PEDREIRA, B. C.; PEDREIRA, C. G. S.; SILVA, S. C. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 281-287, 2007.
- PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; SILVA, A. G.; CANTARELLA, H. Nutrientes na fitomassa de capim-Marandu em função de fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 3, p. 562-568, 2006.
- SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-Marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 1, p. 35-47, 2008.
- SCHEFFER-BASSO, S. M.; SCHERER, C. V.; ELLWANGER, M. F. Resposta de pastagens perenes à adubação com chorume suíno: pastagem natural. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 221-227, 2008.
- WERNER, J. C.; PAULINO, V. T.; CANTARELLA, H. Forrageiras. In: RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. p. 263-273. (Boletim técnico, 100).

Received on January 29, 2009.

Accepted on December 5, 2009.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.