

## ATRIBUTOS MORFOGÊNICOS DE PASTOS DE CAPIM-MOMBAÇA ADUBADOS COM RESÍDUO DE LATICÍNIO<sup>1</sup>

PERLON MAIA DOS SANTOS<sup>2</sup>, ANTONIO CLEMENTINO DOS SANTOS<sup>3\*</sup>, JOSÉ EXPEDITO CAVALCANTE DA SILVA<sup>4</sup>, SABINO PEREIRA DA SILVA NETO<sup>2</sup>, EMERSON ALEXANDRINO<sup>4</sup>

**RESUMO** – A morfogênese determina o crescimento da planta, e está, dentre outros fatores, sob influência do aporte de nutrientes. Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito do uso de águas residuais da indústria de laticínios (RLL) como fornecedor de nutrientes, sobre características morfológicas do capim-mombaça. Para isso foram estudadas seis doses de resíduo líquido de laticínio, correspondentes a: 10; 50; 100; 150; 200 e 400 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> avaliadas em quatro ciclos produtivos e comparadas à adubação química. Os tratamentos foram dispostos em delineamento em blocos casualizados sendo arranjos em quatro repetições. Foram mensuradas as características de expansão e aparecimento foliar, senescência foliar, alongamento do colmo e perfilhamento. A aplicação de águas residuais da indústria de laticínios influenciou (P<0,05) positivamente a taxa de alongamento foliar (TAIF), taxa de aparecimento foliar (TApF), taxa de alongamento de colmo (TAIH) e a taxa de aparecimento de perfilhos (TApP). Houve diminuição da taxa de senescência foliar (TSF) e do filocrono na gramínea. A aplicação de 400 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de RLL elevou as taxas morfológicas do capim-mombaça, substituindo até 25% da adubação fosfatada e 100% da adubação potássica, possuindo também, efeito residual positivo no crescimento do capim. O resíduo líquido de laticínio é potencial fornecedor de potássio para o pasto de capim-mombaça.

**Palavras-chave:** Crescimento. Manejo. Resíduo agroindustrial.

## DAIRY WASTE AS FERTILIZER FOR PASTURE GRASS MOMBAÇA: ATTRIBUTES MORPHOGENIC

**ABSTRACT** - The morphogenesis determines the model of plant growth, and is, among other factors, under the influence of nutrient availability. In this context, the aim of this work was to evaluate the effect of using wastewater from the dairy industry (RLL) as a supplier of nutrients in the morphogenesis of grass Mombaça. For this we studied six doses of liquid dairy waste, corresponding to: 10, 50, 100, 150, 200 and 400 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> evaluated in four production cycles and compared to chemical fertilizer. The treatments were arranged in a completely randomized design with four replications compounds. We measured the characteristics of expansion and leaf appearance, leaf senescence, stem elongation and tillering. The application of wastewater from the dairy industry has positively influenced the leaf elongation rate, leaf appearance rate, stem elongation rate and the rate of tillering. A reduction in the rate leaf senescence and the phyllochron in the grass. The application of 400 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> RLL guarantees satisfactory morphogenic indices in intensive grazing system, replacing up to 25% of phosphorus and potassium fertilization of 100%, having also a positive residual effect on the growth of grass. The liquid waste is a potential supplier of dairy grazing potassium for the pastures.

**Key-works:** Agro-industrial residue. Growth. Management.

\*Autor para correspondência.

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 09/08/2012; aceito em 09/07/2014.

Trabalho de dissertação de conclusão do curso de Pós-graduação em Ciência Animal Tropical do primeiro autor.

<sup>2</sup>Doutorando do Programa Pós-graduação em Ciência Animal Tropical – Relação Solo x planta x animal – UFT Bolsista Capes; perlton\_zoo@yahoo.com.br; sabinozootec@yahoo.com.br .

<sup>3</sup>Professor Associado UFT, Bolsista Produtividade em Pesquisa CNPq Rua Seis de Dezembro, 30 Centro – Araguaína, TO; CEP 77804150; clementino@uft.edu.br.

<sup>4</sup>Professor Associado UFT; jecs@uft.edu.br; e\_alexandrino@yahoo.com.br.

## INTRODUÇÃO

Na Amazônia meridional, os estudos de fluxo de tecidos em pastagens por meio de processos morfofênicos, vêm se constituindo em importante ferramenta para a avaliação, uso e aumento da produção de folhas e perfilhos. Neste bioma, a produção forrageira pode ser melhorada substancialmente pelo uso de fertilizantes, pois a eficiência fotossintética é dependente, entre outros fatores, de adequado fornecimento de N, P e K (GARCEZ NETO et al., 2002). Entretanto, a negligência da adubação no manejo das pastagens em ecótono Amazônia:Cerrado, principalmente por questões econômicas, resultam em baixa produtividade e degradação das pastagens e do solo.

A possibilidade do emprego de resíduos agroindustriais tem sido enfatizada como alternativa viável para o suprimento de carbono (C), nitrogênio (N), fósforo (P), cálcio (Ca) e potássio (K) em solos brasileiros (GHERI et al., 2003). Segundo Oborn et al. (2005), a deposição de efluentes em solos cultivados com pastagens, é uma prática de manejo desejável para aumentar a eficiência do sistema do ponto de vista da restituição e da ciclagem dos nutrientes. Contudo, as informações existentes representam pouco no universo de situações em que o gênero *Panicum* é cultivado nas áreas de ecótonos amazônicos.

Estudos sobre a caracterização dos resíduos da indústria, bem como sobre a viabilidade do uso destes como fonte alternativa de nutrientes para as plantas cultivadas, devem ser de grande interesse para a exploração agrícola em função da possibilidade de ciclagem de nutrientes (OLIVEIRA et al., 2008). Nutrientes como o potássio (K), o nitrogênio

(N) e o fósforo (P) estão presentes nos efluentes de laticínios, devido à utilização do hidróxido de potássio nos procedimentos de limpeza (TISDALE et al., 1999), além das frações contidas nos resíduos do leite e seus derivados, podendo ser úteis no crescimento e desenvolvimento das gramíneas forrageiras.

Estudos da dinâmica de produção das gramíneas forrageiras a partir de avaliações de características morfofênicas devem gerar conhecimentos básicos para definição da utilização de fertilizante (MARTUSCELLO et al., 2006) e resíduos agroindustriais, como o resíduo líquido de laticínio, em sistemas de pastagem. Neste contexto, o objetivo com este estudo foi avaliar o efeito do uso de águas residuais da indústria de laticínios (RLL) em características morfofênicas do capim-mombaça e seu potencial uso como adubo fornecedor P e K.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Escola de Zootecnia e Veterinária (EMVZ), da Universidade Federal do Tocantins (UFT), em Araguaína – TO de dezembro a março de 2010. A região é classificada como ecótono Cerrado e Floresta Amazônica, com clima, de acordo com Köppen, do tipo Aw (quente e úmido), com chuvas de outubro a abril, precipitação anual média de 1.863 mm, altitude média de 240 m e umidade relativa do ar com média de 78%. Os dados climáticos referentes ao período experimental foram coletados na estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizada na EMVZ-UFT (Tabela 1).

**Tabela 1.** Valores de temperatura, umidade e precipitação pluviométrica do ano de 2010 e média histórica dos últimos 10 anos

Mês	Temperatura média do ar (°C)			Umidade (%)	Precipitação (mm)	Ciclos
	Máxima	Mínima	Média			
DEZ	30,5	21,6	25,04	85	216,7	
JAN	30,7	21,3	25,90	86	231,8	1°
FEV	30,4	21,5	26,30	86	250,8	2°
MAR	30,6	21,4	26,30	82	272,8	3°
ABR	31,4	20,6	26,90	77	16,0	4°
Média histórica (10 anos)						
DEZ	31,25	21,59	25,11	86	248,1	
JAN	30,80	21,69	25,06	87	265,3	
FEV	30,60	21,55	25,05	87	295,6	
MAR	30,65	21,50	25,30	86	226	
ABR	31,65	21,40	25,10	82	97,9	
Média anual	38,00	22,00	25,1	70	1800	

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Período de descanso entre as coletas da forrageira: 28 dias.

O solo da área experimental foi classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico (EMBRAPA, 2006). Antes do estabelecimento do pasto foi realizada a caracterização química e física do solo nas camadas 0-20 e 21-40 cm (Tabela 2).

Foi realizado o preparo do solo para plantio do capim pelo método de cultivo mínimo (uma gra-

dagem), em função das características granulométricas do solo. O solo foi corrigido, com base na análise, pelo método de saturação de base ( $V_2 = 60\%$ ). Independentemente do tratamento foi aplicado  $1,7 \text{ t ha}^{-1}$  de calcário dolomítico no pré-plantio em toda área experimental. A cultivar Mombaça de *Panicum*

*maximum* Jacq. foi semeada a lanço em dezembro de 2009, na quantidade de 4,5 kg de sementes puras viáveis ha<sup>-1</sup>. Quando as plantas possuíam em torno de 3 a 4 folhas, foram aplicados nas áreas destinadas ao uso do resíduo, 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (75% do reco-

mendado, conforme Collier et al. (2008)) e 100 kg ha<sup>-1</sup> de N (dividido em duas aplicações, sendo uma na fase de estabilização e a outra aos 40 dias). Esta aplicação de P foi determinada pela baixa capacidade do resíduo em fornecer P. Não foi aplicado K.

**Tabela 2.** Características químicas e físicas de Neossolo Quartzarênico Órtico típico por ocasião da instalação do experimento, em novembro de 2009

	M.O. <sup>(1)</sup>	pH	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup>	SB <sup>(2)</sup>	T <sup>(3)</sup>	t <sup>(4)</sup>	V <sup>(5)</sup>	m <sup>(6)</sup>	DS <sup>(8)</sup>	Areia	Silte	Argila	CE <sup>(7)</sup>	CT <sup>(9)</sup>
cm	g dm <sup>-3</sup>	CaCl <sub>2</sub>	-mg dm <sup>-3</sup>				cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				%		g cm <sup>-3</sup>	%			Ds m <sup>-1</sup>	
0-20	15,8	4,06	0,60	11	1,53	1,48	3,96	3,15	7,2	3,4	35,32	31,40	1,55	94,85	1,90	3,25	0,07	Areia
20-40	15,2	4,17	0,55	12	0,52	0,75	4,8	1,23	6,15	5,6	41,37	32,36	1,53	93,75	2,75	3,50	0,06	Areia

<sup>(1)</sup>M.O.: matéria orgânica, <sup>(2)</sup>SB: soma de bases, <sup>(3)</sup>CTC: capacidade de troca de cátions, <sup>(4)</sup>CTC<sub>c</sub>: capacidade efetiva de troca de cátions, <sup>(5)</sup>V: saturação por bases, <sup>(6)</sup>m: saturação por alumínio, <sup>(7)</sup>CE: condutividade elétrica, <sup>(8)</sup>DS: densidade do solo, <sup>(9)</sup>CT: classe textural.

Após 60 dias de emergência das plântulas, com a pastagem formada, foi realizado um corte de uniformização, e posteriormente, foi realizada a aplicação do efluente da indústria de laticínios. A segunda aplicação ocorreu após o corte do primeiro ciclo (28 dias de descanso após o corte de uniformização). As aplicações ocorreram no quinto dia da rebrotação de ambos os ciclos. O manejo de corte seguiu o modelo de lotação intermitente com período de descanso de 28 dias e altura de resíduo de corte de 30 cm. Não houve a presença de animais em pastejo e o pasto foi manejado segundo regime de corte mecânico. As aplicações foram efetuadas de modo a evitar o contato direto do resíduo com o limbo foliar das plantas em função das características do resíduo, e sua possível promoção de efeitos de confundimento relacionados a obstrução dos estômatos pela gordura presente no resíduo, o que pode alterar a fotossíntese.

Os tratamentos consistiram na aplicação de diferentes doses de resíduo líquido de laticínio (RLL), correspondente aos volumes de: 0; 10; 50; 100; 150; 200 e 400 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, aplicadas nos dois primeiros ciclos de produção (janeiro e fevereiro: período chuvoso), mais um tratamento adicional, caracterizado pela fertilização química convencional, conforme metodologia de Oliveira et al. (2008). No terceiro (período de transição chuva/seca) e quarto (período da seca) ciclos foi verificado o efeito residual destes tratamentos. O primeiro tratamento, dose zero, ou testemunha, que recebeu apenas calagem. O tratamento caracterizado pelo processo convencional de fertilização de pastagens, com o fornecimento de NPK via adubos químicos, nas doses recomendadas por Collier et al. (2008), conforme análise de solo, sendo o N e K divididos em duas aplicações.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com oito tratamentos e quatro repetições, totalizando 32 unidades experimentais de 9 m<sup>2</sup> (3 x 3 m), sendo que a área útil de avaliação das plantas foi de 1 m<sup>2</sup> por unidade experimental.

Cada dose do resíduo líquido de laticínio (RLL) foi aplicada de maneira uniforme, com auxílio de regador, em toda parcela experimental. Aos trata-

mentos que não receberam o RLL (dose 0 e NPK) e nos tratamentos 10, 50, 100, 150 e 200 m<sup>3</sup> do RLL foi aplicado água, em quantidade intermediária ao volume das doses do resíduo (150 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), para minimizar efeitos de confundimento da água do resíduo. Tal processo torna-se eficaz devido a baixa capacidade de armazenamento de água pelo Neossolo aliado a aplicação durante período chuvoso. Contudo, os diferentes volumes de água foram considerados na análise estatística. Foram determinadas as características físicas e químicas do RLL, coletado imediatamente após sua produção, oriundo do Laticínio Biana Ltda, localizado no município de Araguaína (Tabela 3). Tal resíduo era composto pelas frações advindas dos processos de limpeza das instalações e equipamentos bem como do leite e seus derivados processados. O total dos nutrientes N, P, K<sup>+</sup> e sódio (Na<sup>+</sup>), fornecidos em cada aplicação estão apresentados na Tabela 4.

A dinâmica de crescimento e morte das plantas foi medida à nível de perfilho individualmente, usando a técnica de perfilhos marcados, conforme metodologia de Cecato et al. (2007). Para a avaliação das características morfogênicas foram estudados cinco perfilhos por parcela, a cada ciclo. As medições foram realizadas duas vezes por ciclo conforme Santos et al. (2004), no pós e no pré corte de cada ciclo. Foram mensurados os comprimentos das lâminas foliares, em expansão e expandidas, partes senescentes, além do comprimento das hastes (altura do solo até a lígula da última folha expandida) e efetuada contagem de perfilhos m<sup>-1</sup> utilizando uma moldura de 0,15 x 1,00 m (0,15 m<sup>2</sup>). Além disso, foram registradas as folhas novas surgidas durante cada ciclo. A partir destas informações foram calculadas as seguintes variáveis: taxa de aparecimento foliar (TApF, folha.perfilho dia<sup>-1</sup>): relação entre o número de folhas surgidas por perfilho no ciclo e o número de dias do ciclo; taxa de alongamento foliar (TAIF, cm de folha.perfilho dia<sup>-1</sup>): relação entre o somatório de todo alongamento de lâminas foliares (cm) e o número de dias do ciclo; filocrono (dias.folha perfilho<sup>-1</sup>): inverso da TApF; número de dias entre o apa-

recimento de duas folhas consecutivas; taxa de alongamento de colmo (TAIH, cm de haste.perfilho dia<sup>-1</sup>): relação entre a diferença do comprimento do pseudocolmo no final e no início do ciclo e o número de dias do ciclo; taxa de senescência foliar (TSF, cm de folha.perfilho dia<sup>-1</sup>): relação entre o somatório dos comprimentos senescidos das lâminas foliares perfi-

lho<sup>-1</sup> e o número de dias do ciclo; taxa de aparecimento de perfilho (TApP, perfilho.perfilho dia<sup>-1</sup>): relação entre o número de perfilhos surgidos pelo número de perfilhos existentes e o número de dias do ciclo. Ainda foi mensurada a existência de correlação entre TSF e TAIH.

**Tabela 3.** Características do resíduo líquido de laticínio utilizado no experimento

Parâmetros	1° amostra	2° amostra	Técnica
DBO (mg O <sub>2</sub> L <sup>-1</sup> )	253.43,54	35.765,19	Titulometria
Nitrogênio (mg L <sup>-1</sup> )			
Amoniacal	67,8	81,7	Espectofotometria
Nitrato	7	8	Espectofotometria
Nitrito	0,048	0,039	Espectofotometria
Ortofosfato-mg L <sup>-1</sup>	178,8	183	Espectofotometria
Sódio (mg L <sup>-1</sup> )	112,94	107,88	Fotometria de chama
Potássio (mg L <sup>-1</sup> )	735,29	715,97	Fotometria de chama
Sólidos Totais-mg L <sup>-1</sup>	16.244,4	14.406	Gravimetria
pH	3,24	4,1	Potenciômetro

DBO: demanda bioquímica de oxigênio. *DBO: Biochemical oxygen demand.*

**Tabela 4.** Total de nutrientes fornecido nas duas aplicações do resíduo de acordo as doses utilizadas

Dose (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	1° Aplicação				2° Aplicação			
	(kg ha <sup>-1</sup> )							
	N	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	N	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>
10	0,7	1,8	7,34	1,13	0,8	1,83	7,14	1,07
50	3,5	8,94	36,7	5,65	4,05	9,15	35,7	5,35
100	7	17,8	73,56	11,3	8,1	18,3	71,5	10,7
150	10,5	26,7	110,2	16,95	12,15	27,45	107,2	16,1
200	14	35,6	146,9	22,6	16,2	36,6	142,9	21,4
400	28	71,2	293,8	45,2	32,4	73,2	285,8	42,8
NPK	100	80	60	-	100	0,0	20	-

NPK: segundo tratamento adicional: adubação convencional (COLLIER et al. 2008).

As respostas morfogênicas dentro de cada ciclo, foram submetidas à Anova e ao teste de regressão ( $Y = \beta_0 + \beta^x m^3 RLL + \text{Erro}$ ), em que Y é a resposta morfogênica do capim-mombaça a dose de resíduo;  $\beta_0$  é a média geral da características mensurada;  $\beta^x m^3 RLL$  é o efeito da *i*-ésima dose do resíduo sob a característica medida e Erro é o efeito de fatores não mensuráveis e/ou não controlados. Este modelo serviu para verificar a significância do efeito das doses de RLL sobre as características morfogênicas. A escolha da equação de regressão foi realizada com base no coeficiente de determinação, na significância da regressão e de seus coeficientes, testados ao nível de 5% de probabilidade, além da significância biológica da resposta. As respostas de cada dose ao longo dos quatro ciclos foram submetidas a Anova e comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância ( $Y = \mu + RLL_x (1-6) + \text{Ciclo}_x (1-4) + \text{Bloco}_z (1-4) + \text{Erro}$ ), em que Y é a resposta morfogênica do capim-mombaça

ao longo dos ciclos;  $\mu$  é a média da característica mensurada ao longo dos ciclos;  $RLL_x (1-6)$  é o efeito do *i*-ésimo tratamento (dose);  $\text{Ciclo}_x (1-4)$  é o efeito do *j*-ésimo ciclo sob a característica morfogênica medida;  $\text{Bloco}_z (1-4)$  é o efeito do *z*-ésimo bloco do delineamento experimental e Erro é o efeito de fatores não mensuráveis e/ou não controlados no ambiente.

A fim de se verificar o efeito dos diferentes volumes de água aplicada entre os tratamentos estudados procedeu-se análise de covariância, tendo este fator como covariável. O conteúdo de água analisado foi quantificado, em cada tratamento, como: (X m<sup>3</sup> de RLL – volume de sólidos do tratamento + 150 m<sup>3</sup> de H<sub>2</sub>O nos tratamentos até 200 m<sup>3</sup> e NPK).

Foi analisado o contraste entre os tratamentos NPK e 200 m<sup>3</sup>, e NPK e 400 m<sup>3</sup> de RLL, utilizando-se o teste Dunnett a 5% de significância. Esta comparação foi realizada devido o fornecimento de K na dose de 200 e 400 m<sup>3</sup> e de P na dose de 400 m<sup>3</sup>, nos

dois ciclos onde houve a aplicação do RLL, terem extrapolado os valores destes nutrientes segundo a recomendação de adubação representada pelo tratamento NPK (Tabela 4).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi verificado efeito do fator água sobre as variáveis estudadas, a saber: TAIF:  $P > 0,53$ ; TAIH:  $P > 0,63$ ; Filocrono:  $P > 0,2$ ; TSF  $P > 0,27$ ; TApP:  $P > 0,3$ . Isto evidencia que a estratégia de adição de  $150 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  de água para aqueles tratamentos com dose de RLL inferior a  $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  e também no tratamento NPK, anularam o efeito de confundimento e demonstra que as respostas obtidas são de fato proporcionadas pela fração sólida do RLL.

As características morfológicas do capim-mombaça foram afetadas pela aplicação do resíduo líquido de laticínio (RLL) nos quatro ciclos avaliados (Tabela 5). As taxas de alongamento (TAIF) e aparecimento foliar (TApF) ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão, aumentando até a dose máxima de  $280 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  no 1° e 2° ciclos. Estes aumentos podem ser atribuídos a melhor condição nutricional das plantas, principalmente em relação ao fornecimento de potássio (K). Oliveira et al. (2007) observaram maior influência do K, em relação ao fósforo (P), na TAIF e TApP do capim Tanzânia, e Rawson e Hofstra (1969) relataram que sob melhor nutrição plantas de capim-mombaça aumentam a exportação de fotoassimilados das folhas totalmente expandidas para o meristema terminal, contribuindo para o aumento da TAIF.

**Tabela 5.** Características morfológicas do capim-mombaça, (TAIF, TAIH e TApF) adubado com resíduo líquido de laticínio ao longo de quatro ciclos produtivos. Testes significativos a 5% de probabilidade de erro.

Taxa de alongamento foliar TAIF (cm.perfilho dia <sup>-1</sup> )					
Ciclos	1°	2°	3°	4°	CV
Tratamentos					
0	1,43 c	3,46 a	2,03 b	0,96 c	12,7
10	2,72 b	5,66 a	3,18 b	1,71 c	13,6
50	4,32 b	6,49 a	3,90 b	2,07 c	9,2
100	4,69 b	7,20 a	4,93 b	3,12 c	6,4
150	4,71 b	8,13 a	4,65 b	2,25 c	12,8
200	4,78 cA	8,37 aA	6,47 bB	3,56 cB	10,6
400	5,40 b A	8,24 aA	7,48 aA	4,26 cA	8,10
NPK	3,10 cB	5,65 bB	8,88 aA	4,36 bcA	12,6
Equação	$\hat{Y}=2,34+0,023x-5x^2^{-04}$	$\hat{Y}=4,53+0,032x-5x^2^{-06}$	$\hat{Y}=3,04+0,0125x$	$\hat{Y}=1,61+0,0073x$	
R <sup>2</sup>	0,71	0,85	0,90	0,71	
CV	13,6	10,5	14,4	16,6	
Taxa de alongamento das hastes TAIH (cm.perfilho dia <sup>-1</sup> )					
0	0,04 b	0,28 a	0,00 c	0,00 c	13,8
10	0,07 c	0,54 a	0,15 b	0,00 d	11,6
50	0,12 b	0,69 a	0,16 b	0,01 c	18,1
100	0,11 b	0,73 a	0,16 b	0,06 c	19,1
150	0,17 b	0,91 a	0,15 b	0,07 c	7,8
200	0,14 cA	0,81 aA	0,32 bB	0,14 cB	8
400	0,17cA	0,96 aA	0,46 bB	0,37 bA	12,8
NPK	0,05 cB	0,53 bB	1,18 aA	0,85 bA	26,2
Equação	$\hat{Y}=0,087+0,0003x$	$\hat{Y}=0,53+0,0013x$	$\hat{Y}=0,076+0,001x$	$\hat{Y}=0,028+0,0009x$	
R <sup>2</sup>	0,59	0,62	0,83	0,87	
CV	19,3	7,8	13,4	4,8	
Taxa de aparecimento foliar TApF (folhas.perfilho dia <sup>-1</sup> )					
0	0,04 b	0,08 a	0,05 b	0,02 c	13,3
10	0,06 b	0,10 a	0,06 b	0,03 c	10,4
50	0,07 b	0,11 a	0,06 b	0,03 c	7
100	0,08 b	0,12 a	0,08 b	0,05 c	7,8
150	0,08 b	0,12 a	0,07 b	0,03 c	13
200	0,09 bA	0,13 aA	0,11 bB	0,05 cB	9,7
400	0,07 bA	0,11 aA	0,12 abB	0,06 cB	12,3
NPK	0,09 cB	0,12 bB	0,19 aA	0,08 cA	9
Equação	$\hat{Y}=0,053+0,0004x-6x^2^{-07}$	$\hat{Y}=0,09+0,0004x-8x^2^{-07}$	$\hat{Y}=0,62+0,00015x$	$\hat{Y}=0,031+0,00005x$	
R <sup>2</sup>	0,69	0,81	0,81	0,73	
CV	14,6	508	11,6	16	

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas linhas não diferem entre si ao nível de 5% de significância do teste Tukey. Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas colunas não diferem entre si ao nível de 5% de significância do teste Dunnet. Regressão para as doses dentro de cada ciclo de produção.

A menor TApF com a aplicação de  $400 \text{ m}^3$  do RLL no 1° e 2° ciclo pode ter ocorrido devido ao aumento do comprimento do cartucho de bainhas e da TAIH, de modo que se elevou o tempo para cada

folha de maior inserção surgir (CONFORTIN et al., 2010). Costa et al. (2006) também observaram respostas quadráticas para TAlF e TApF devido a adubação e atribuíram o fato a modificação do tempo gasto pela folha para seu aparecimento. Garcez Neto et al. (2002) em trabalho com capim-mombaça avaliando diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte constataram que o maior comprimento da bainha conduz a planta a uma menor TApF.

A resposta quadrática da TAlF com a aplicação de 400 m<sup>-3</sup> do resíduo de laticínio no 1° e 2° ciclos pode estar associada a diminuição da atividade de iniciação, multiplicação e alongamento das células no primórdio foliar do meristema apical; o que pode ocorrer em função do aumento do gasto energético de manutenção devido a elevada biomassa da planta.

O efeito quadrático para TAlF e TApF no 1° e 2° ciclos ainda podem estar relacionadas à algum desbalanceamento químico do RLL, como a baixa relação N/K, de modo que determinado nutriente pode ter se tornado limitante. Oliveira et al. (2008) aplicando resíduo de curtume no capim-elefante observaram resposta quadrática ao aumento das doses e atribuiu o fato ao desbalanço nutricional.

No 3° e 4° ciclos, a TAlF e a TApF se ajustaram ao modelo linear de regressão evidenciando efeito residual positivo do RLL devido ao possível aumento de nutrientes de reserva da planta (GARCEZ NETO et al., 2002) e no solo, o que favoreceu o crescimento das plantas mesmo no período de restrição hídrica.

Sistemas de manejo que preconizem a condição vegetativa do pasto em que a TApF, TAlF sejam elevadas e a TSF seja reduzida são extremamente desejáveis (CECATO et al., 2007). A aplicação do RLL aumentou a atividade morfogênica do capim-mombaça, já que a TApF é uma variável que representa a dinâmica de fluxo de biomassa produzida pelas plantas. Adams (1973) relata a importância do fornecimento de P, K<sup>+</sup> e cálcio (Ca<sup>2+</sup>) e não só N, para o aumento do crescimento foliar do capim-marandu, estando em acordo ao manejo de adubação adotado neste estudo.

Houve aumento linear da TAlH devido a aplicação das doses do RLL nos quatro ciclos avaliados. Esta resposta é atribuída ao aumento do IAF devido o incremento da TAlF. O aumento do sombreamento na base da touceira reduz a relação vermelho:vermelho distante no espectro de luz que chega nesta zona devido a interceptação das ondas azul e vermelho, sendo identificada pelo fitocrono, que desencadeia o processo de alongamento das hastes (ALEXANDRINO et al., 2011).

Embora o alongamento de hastes favoreça o aumento da produtividade de massa seca, ele influencia negativamente a eficiência de pastejo e o valor nutritivo da forragem (MACEDO et al., 2010), além de aumentar o intervalo de aparecimento das folhas,

como observado nas plantas sob a dose de 400 m<sup>3</sup>, que tiveram as maiores TAlH.

O controle das hastes pode ser conseguido em sistemas extensivo adequando-se a pressão de pastejo, anulando-se o subpastejo e controlando o IAF do dossel forrageiro. Ainda, a redução no período de descanso, com entrada dos animais no piquete (pastejo rotacionado), ou aumento da taxa de lotação (pastejo contínuo), antes que a planta alcance 95% da interceptação da radiação servem como controladores. Em sistemas de lotação intermitente, a rotação entre piquetes em função da idade fisiológica da planta, como a avaliação do número de folhas por perfilho e/ou altura, é a forma mais eficiente de controle da TAlH. O método de dias fixos de período de descanso (PD) pode comprometer o controle preciso e só foi utilizado neste estudo devido a necessidade de comparação dos desempenhos das plantas sob diferentes doses com mesmo PD. Neste experimento houve evidências de perda de controle do alongamento de colmo sob as maiores doses no 2° e 3° ciclos.

O filocrono foi afetado pela aplicação do RLL (Tabela 6) e variou em função da TApF nos quatro ciclos avaliados. O menor valor de filocrono foi encontrado na dose de 280 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, na média, para os quatro ciclos, devido maior atividade do plastocrono (MARTUSCELLO et al., 2006). Essa redução do filocrono pode ser traduzida como aumento na dinâmica de produção de folhas. Sob a dose 400 m<sup>3</sup> o filocrono tornou a aumentar apesar do possível bom estado nutricional da planta. Esta resposta pode estar relacionada com o comprimento das bainhas foliares, pois Pena et al. (2009), relatam que o aumento no comprimento da bainha foliar, resulta em maiores valores de filocrono. Garcez Neto et al. (2002), trabalhando com adubação química, verificaram resposta idêntica a deste estudo para o filocrono do capim-mombaça e também atribuíram o ajuste do modelo as variações das hastes onde as menores doses apresentaram filocrono próximos de 16 dias, e na maior dose, filocrono em torno de 8 dias, de acordo as menores e maiores doses do RLL neste estudo, respectivamente. Já Oliveira et al. (2007), trabalhando com capim Tanzânia, obtiveram valores de filocrono inferiores aos deste estudo em todas as doses, em torno de 5,42 dias, com aplicações de NPK. As diferenças podem estar relacionada a eficiência de uso dos elementos do adubo pelas plantas, características morfológicas e/ou fisiológicas das plantas ou características edafoclimáticas.

Apesar das variações significativas do filocrono em função das doses (Tabela 5), estas diferenças são relativamente de baixa magnitude entre as doses de 100 (9,07 dias) a 400 m<sup>3</sup> (8,7 dias), já que o número de folhas vivas é relativamente constante, a partir de determinado ponto (acúmulo máximo de forragem) para determinado genótipo durante o desenvolvimento vegetativo (CECATO et al., 2007).

**Tabela 6.** Características morfogênicas do capim-mombaça, (TSF e filocrono) adubado com resíduo líquido de laticínio ao longo de quatro ciclos produtivos

Ciclos	1°	2°	3°	4°	CV
Filocrono (dias)					
0	18 d	13,5 c	15,6 b	30 a	5,9
10	13,1 b	10,5 c	13,4 b	25 a	5,4
50	12,3 b	8,88 c	11,3 b	25 a	29,7
100	9,2 bc	8,13 c	9,9 b	19 a	6
150	8,8 bc	7,9 c	10,9 b	23,6 a	10,2
200	9,3 bB	7,5 cB	8,7 bcA	16,4 aA	7,1
400	9 bB	8,2 bB	8,7 bA	13,7 aA	5,5
NPK	10 aA	9 abA	7,5 bA	10,5 aB	8,8
Equação	$\hat{Y} = 12,2 - 0,028x + 5x^2$ <sub>05</sub>	$\hat{Y} = 12,5 - 0,048 + 9x^2$ <sub>05</sub>	$\hat{Y} = 14,7 - 0,046 + 8x^2$ <sub>05</sub>	$\hat{Y} = 15,3 - 0,031x + 5x^2$ <sub>05</sub>	
R <sup>2</sup>	0,57	0,71	0,79	0,70	
CV	10,3	6,7	4,4	6,1	
TSF (cm.perfilho dia <sup>-1</sup> )					
0	1,13 c	1,34 b	1,68 a	0,67 d	7,3
10	0,66 b	0,68 b	1,75 a	0,39 b	21,4
50	0,28 b	0,35 b	1,51 a	0,39 b	23,1
100	0,21 b	0,23 b	0,74 a	0,38 b	51
150	0,12 b	0,20 b	1,08 a	0,38 b	34,8
200	0,19 cA	0,11 cA	1,14 aA	0,36 bA	16,8
400	0,14 bA	0,09 bA	0,29 aB	0,34 aA	18,7
NPK	0,11 bA	0,17 abA	0,42 aB	0,35 abA	52,6
Equação	$\hat{Y} = 0,56e^{-0,005x}$	$\hat{Y} = 0,61e^{-0,06x}$	$\hat{Y} = 1,61 + 0,003x$	$\hat{Y} = 0,25e^{-0,002x}$	
R <sup>2</sup>	0,64	0,71	0,78	0,27	
CV	23,3	27,5	21,5	25,5	

Médias seguidas de letras minúsculas iguais nas linhas não diferem entre si ao nível de 5% de significância do teste Tukey. Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas colunas não diferem entre si ao nível de 5% de significância do teste Dunnett. Regressão para as doses dentro de cada ciclo de produção.

A taxa de senescência foliar (TSF) foi modificada com o aumento das doses do RLL em todos os ciclos estudados (Tabela 6). No 1°, 2° e 4° ciclos as TSF's se ajustaram ao modelo exponencial de regressão, evidenciando, assim, que o aumento no fornecimento de nutrientes via resíduo reduz o tempo de vida da folha, já que a planta alcança mais rapidamente a estabilidade da produção de folhas no perfilho, onde a partir daí, para cada folha nova emitida, uma folha expandida entra em senescência. Somente no 3° ciclo a TSF ajustou-se ao modelo linear, já que até a dose de 200 m<sup>3</sup> houve senescência elevada, que diminuiu bruscamente na dose 400 m<sup>3</sup>. As variações de ajuste aos modelos de regressão podem ter ocorrido devido a diferenças na maturidade fisiológica da planta em função do desenvolvimento, bem como a redução do metabolismo de produção e renovação de tecido em função de deficiências nutricionais, dose do resíduo e deficiências hídricas ao longo dos ciclos avaliados (SANTOS et al., 2004).

A diminuição da TSF devido o aumento das doses do RLL ocorreu em função da melhor condição nutricional das plantas, que assegurou os elementos necessários a emissão de novos tecidos sem necessitar recrutar nutrientes de outras folhas (GARCEZ NETO et al., 2002). Sob deficiência nutricional há aumento da translocação de fotoassimilados e minerais das folhas mais velhas, consideradas fontes, para os tecidos novos, consideradas drenos, de modo a acelerar a senescência das folhas da base do

dosel (CECATO et al., 2007). Contudo, em condição nutricional adequada, após o estado de auto-suficiência fotossintética da folha drenos ocorre a compensação dos fotoassimilados desta folha drenos para a folha fonte, de modo a mante-lá viva por mais tempo, devido a sua elevada contribuição na fotossíntese líquida do perfilho, diminuindo diminuir a TSF (WOLEDGE, 1977). Tal fato é relatado por Rawson e Hofstra (1969), os quais descrevem a diminuição do <sup>14</sup>C de uma folha tratada expandida em função do surgimento de uma nova folha acima dela. Contudo, com o decorrer do tempo, a quantidade de <sup>14</sup>C da folha exposta retorna aos valores antes presentes.

Martuscello et al. (2006) verificaram que o aumento da adubação química em capim Massai elevou a TSF e atribuíram ao fato da maior TAIF e menor disponibilidade de luz no interior do dosel. Este estudo contradiz tal resposta já que o aumento de nutrientes elevou a TAIF, a TApF e diminuiu a TSF, discrepância que pode estar relacionada ao alongamento das hastes do capim-mombaça, que aumentou a luminosidade da base da touceira, já que o autor mencionado não verificou aumento do componente colmo.

A TSF no 3° ciclo, sob a maior dose (788 kg de N ano<sup>-1</sup>), foi menor que a observada para capim-mombaça submetido a adubação nitrogenada (57 kg ciclo<sup>-1</sup>: 743 kg de N ano<sup>-1</sup>) em ciclos de 28 dias: 0,74 cm dia<sup>-1</sup> (SANTOS et al., 2004). Nos demais ciclos

nas doses a partir de 100 m<sup>3</sup> a TSF foi inferior ao resultado mencionado, demonstrando que a variedade de elementos fornecidos pelo RLL melhora a condição nutricional da planta em relação a aplicação de uréia na adubação de manutenção. Oliveira et al. (2007) também verificaram que a aplicação de um conjunto de nutrientes é mais eficiente para TApF, Filocrono, TSF e número de folhas vivas perfilho<sup>-1</sup> (NFV) que o fornecimento de elementos isolados.

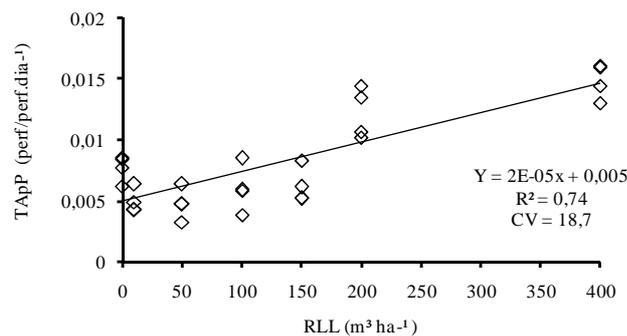
Esta menor TSF pode contribuir com a qualidade da forragem, aumento do perfilhamento devido a redução do sombreamento das folhas senescentes e o processo de colheita pelos animais (MACEDO et al., 2010). Oliveira et al. (2007) observaram menor senescência do capim-tanzânia quando adubado com K<sup>+</sup> e sem N, estando de acordo com este estudo, dadas as características do RLL.

A TAIH também reduz a TSF, pois promove distanciamento entre as folhas do perfilho, permitindo que maior quantidade de luz de qualidade chegue às folhas baixas mantendo sua atividade fotossintética e retardando a inversão fonte/dreno destas folhas devido a diminuição no coeficiente de extinção

que melhora a utilização da luz (ALEXANDRINO et al., 2011). Pompeu et al. (2010) também relatam que o alongamento das hastes reduz a TSF em capim Aruanã.

Houve uma correlação negativa ( $P < 0,05$ ) entre a TAIH e a TSF na ordem de -0,90; -0,93; -0,76 e -0,40 no 1º, 2º, 3º e 4º ciclo; quanto maior foi a TAIH menor foi a TSF. Esta correlação negativa demonstra que sob melhor condição de fertilidade, o alongamento das hastes em função do incremento do IAF, melhora as condições de ambiente luminoso na base do dossel, de modo que a atividade fotossintética das folhas baixas são beneficiadas, aumentando o tempo de vida destas folhas (ALEXANDRINO et al., 2011).

A TAp aumentou do 1º ao 4º ciclos em função da elevação das doses do RLL (Figura 1), de modo que os dados se ajustaram ao modelo linear de regressão. A dose de 400 m<sup>3</sup> não apresentou grande incremento em relação a dose de 200 m<sup>3</sup> demonstrando o início do equilíbrio que a planta tenta conservar para manter estável a população de perfilhos, (PENA et al., 2009).



**Figura 1.** Efeito das doses do resíduo líquido de laticínio (RLL) sobre a taxa de aparecimento de perfilhos do capim-mombaça ao longo de quatro ciclos de produção. Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

O aumento do aparecimento de perfilhos sob as maiores doses do RLL está relacionado a melhor condição nutricional da planta, tendo em vista o aumento da matéria orgânica do solo em função das doses (0-20 cm:  $Y = 15,02 + 0,008x$  e 20-40 cm:  $Y = 15,9 + 0,0032x$ ). Bullock et al. (1994) inferem sobre o aumento do perfilhamento devido a quebra da dominância apical por manejo de corte e aumento do número de folhas perfilho<sup>-1</sup> e de gemas axilares, confirmando as suposições deste estudo. Rawson e Hofstra (1969) reportam que o surgimento de novos perfilhos são dependentes de condições de luminosidade e da vitalidade nutricional dos perfilhos existentes, os quais foram beneficiado neste estudo pela aplicação do RLL.

A eliminação da dominância apical ocorreu de fato no corte do 2º ciclo, onde houve as maiores TAIH, de modo que os incrementos na TAp se iniciaram no 3º ciclo (Tabela 5), situação também verificada por Santos et al. (2004). O aumento na TAp

no 3º ciclo também é devido a maior TApF no 2º ciclo que inibiu a TAp devido excessivo sombreamento (CONFORTIN et al., 2010). Alexandrino et al. (2011) confirmam que em condições de sombreamento a parte aérea é beneficiada em detrimento ao perfilhamento e sistema radicular. Ainda informam que o alongamento das hastes é estimulado por fatores que inibem o perfilhamento, situação bem observada neste estudo após a grande remoção de massa no 2º ciclo. Já Garcez Neto et al. (2002) relatam que há correlação positiva entre TApF e TAp ( $r = 0,75$ ), já que a TApF constitui importante produção de gemas para a geração de novos perfilhos.

O aumento da TAp nas maiores doses reflete o maior tempo de vida das folhas baixas que translocam preferencialmente para novos perfilhos, já que plantas C<sub>4</sub> possuem elevada taxa de exportação em estagio de estabelecimento e crescimento (RAWSON; HOFSTRA, 1969).

As avaliações morfológicas ao longo dos

quatro ciclos (Tabelas 5 e 6) evidenciaram que as maiores TAIF, TAIH e TApF ocorreram no 2º ciclo (Tabela 5). Este fato pode estar relacionado ao maior desenvolvimento das plantas neste ciclo, pois a fase de estabilização estava incompleta no 1º ciclo, bem como ao início da estiagem (Tabela 1) e suspensão da aplicação do RLL no 3º ciclo. Segundo Garcez Neto et al. (2002) a maior TApF sugere estabelecimento do dossel. Assim, o estabelecimento efetivo da gramínea ocorreu no 2º ciclo.

No 4º ciclo observaram-se as menores taxas de crescimento (Tabela 5) em todo o período de avaliação devido principalmente a intensa deficiência hídrica do solo (PACIULLO et al., 2003). Sob a dose de 400 m<sup>3</sup> a TAIF e TApF do 3º ciclo foi igual a do 2º ciclo, evidenciando assim efeito residual positivo do RLL. As maiores TAIH observadas em todas as doses no 2º ciclo ocorreram possivelmente em função das maiores TAIF e TApF. Como a TAIF é afetada sensivelmente pela multiplicação celular estimulada pelo N, infere-se que o aumento da TAIF em função do RLL, que fornece baixo aporte de N (Tabela 4) ocorreu um função do alongamento celular (GARCEZ NETO et al., 2002) e manutenção do turgor, favorecido pelo K.

Santos et al. (2004) trabalhando com o capim-mombaça adubado com 57 kg de N ciclo<sup>-1</sup> e ciclos de 28 dias, também observaram que as TAIF e TAIH eram superiores no período da chuva (TAIF = 8,1 cm dia<sup>-1</sup>; TAIH = 0,55 cm dia<sup>-1</sup>) em relação a seca (TAIF = 2,3 cm dia<sup>-1</sup>; TAIH = 0,10 cm dia<sup>-1</sup>) estando em acordo com Paciullo et al. (2003). Neste estudo a TAIF das plantas sob as doses de 200 e 400 m<sup>3</sup> se aproximaram dos dados deste autor na época chuvosa e foram superiores na época seca, já a TAIH foi superior nas duas épocas, evidenciando melhor efeito residual do RLL em relação ao adubação com uréia, que pode estar associado ao efeito positivo do K na regulação osmótica (ALEXANDRINO et al. 2011). Garcez Neto et al. (2002) aplicando 200 kg ha<sup>-1</sup> de N em capim-mombaça obtiveram TAIF em torno de 6 cm dia<sup>-1</sup>, resultados inferiores as TAIF das maiores doses do RLL no 2º e 3º ciclos possivelmente devido ao fornecimento de elementos como P e K pelo RLL.

As variações do filocrono ao longo dos quatro ciclos avaliados (Tabela 6) revelaram que os maiores intervalos de surgimento das folhas ocorreram no 4º ciclo, possivelmente devido a diminuição do metabolismo celular (MARTUSCELLO et al., 2006) em função do estresse hídrico. As menores doses do RLL promoveram valores de filocrono no 3º ciclo similares ao do 4º ciclo, em função do baixo fornecimento de nutrientes. Os menores valores de filocrono foram registrados sob as doses de 200 e 400 m<sup>3</sup> de RLL do 1º ao 3º ciclo. No 1º ciclo, os baixos valores de filocrono ocorreram devido a menor TAIH e menor comprimento do cartucho de bainhas e maior TAIF. No 2º ciclo, o filocrono também foi reduzido devido as maiores TAIF e TApF. No 3º ciclo, o efeito residual do RLL nas doses de 200 e 400 m<sup>3</sup> pro-

moveram valores de filocrono semelhantes aos ciclos anteriores.

As maiores TSF foram verificadas no 3º ciclo para todas as doses do RLL (Tabela 6). Este fato pode ter ocorrido devido a supressão do fornecimento de nutrientes via resíduo, o que se elevou a translocação de elementos entre as folhas (OLIVEIRA et al., 2007), além do fato do início da estiagem, que resulta na síntese de ácido abscísico no sistema radicular promovendo senescência e redução da produção de massa aérea em favor da raiz (OLIVEIRA et al., 2007).

Infere-se ainda que no 3º ciclo houve aumento do número de perfilhos em relação aos ciclos anteriores. Como a emissão de novos perfilhos é custeada pelos perfilhos já existentes, houve aumento da tranlocação entre perfilhos e diminuição do tempo de vida das folhas nos perfilhos fonte. Como o 2º ciclo teve a maior TApF, e o número de folhas vivas perfilho<sup>-1</sup> é definido geneticamente, em torno de 4,5 para o capim-mombaça, ocorreu que no 3º ciclo houve a morte das folhas remanescentes (residuais) aos cortes do 1º e 2º ciclos, de modo a aumentar a TSF do 3º ciclo. Como estas folhas sobreviventes tem uma duração de vida de 64 dias, em sistema de manejo com corte a 25 cm altura e intervalos de 28 dias (PENA et al., 2009) a maior senescência ocorreu no 3º ciclo, justamente após 56 dias de vida (dois ciclos de 28 dias). A esta mortalidade foliar cumulativa somou-se a senescência das folhas do próprio ciclo que promoveu a maior TSF entre os ciclos.

Nos primeiros dois ciclos as TSF foram semelhantes e menores que a TSF do 3º ciclo para todas as doses do resíduo (Tabela 6). No 4º ciclo a TSF foi inferior a do TSF do 3º ciclo exceto na dose de 400 m<sup>3</sup>. Este fato tem explicação baseada na condição hídrica do solo. O 4º ciclo caracterizou-se pela época seca, paralisado sensivelmente todas as taxas morfológicas das plantas (MARTUSCELLO et al., 2006). Santos et al. (2004) também observaram TSF, no período seco, inferior ao período de crescimento. Somente sob a dose de 400 m<sup>3</sup> a TSF do 4º foi semelhante a do 3º ciclo, evidenciando maior renovação de tecido das plantas em relação as demais dosagens e um efeito residual de maior duração.

Sob as menores doses do RLL (10, 50 e 100 m<sup>3</sup>) e no tratamento testemunha (Tabela 5), as taxas de crescimento de folhas e colmos, em todos os ciclos foram reduzidas, demonstrando que somente a calagem não mantém o sistema intensivo de produção a pasto ao longo do tempo. Lavres Jr. et al. (2004) estudando doses de N e Ca<sup>2+</sup> não obtiveram incremento do crescimento em função do aumento apenas de Ca<sup>2+</sup>. Já Faria et al. (2008) aplicando escória industrial (silicatagem) mais calcário dolomítico não observaram aumento do desempenho do capim Marandu. Estas pesquisas evidenciam a necessidade de adubação com N, P e K, como registrado neste estudo. Fato observado nessas doses é a menor emissão de folhas (Tabela 5), que, possivelmente, com-

prometeram o IAF residual a cada ciclo e implicou na redução do vigor da rebrota (ALEXANDRINO et al. 2011)

O tratamento adicional NPK, quando comparado as doses de 200 e 400 m<sup>3</sup> de RLL (Tabelas 5 e 6), apresentou valores inferiores de TAI<sub>F</sub>, TAI<sub>H</sub> e TAp<sub>F</sub> no 1° e 2° ciclos. Isto pode ter acontecido devido a ocorrência de chuvas imediatamente após a aplicação do adubo no 1° ciclo, que promoveram perdas de nutrientes (OLIVEIRA et al., 2008), principalmente o nitrogênio. A TAI<sub>F</sub>, o filocrono e a TSF no 3° ciclo e TAI<sub>F</sub>, TAI<sub>H</sub> e TSF no 4° ciclo do tratamento NPK foram semelhante a dose de 400 m<sup>3</sup>. O melhor resultado da adubação química NPK ocorreu no 3° ciclo e apresentou efeito residual positivo e superior em relação as doses até 200 m<sup>3</sup> no 4° ciclo.

O tratamento 400 m<sup>3</sup> de RLL promoveu, de modo geral, respostas morfológicas equivalentes ao tratamento comparativo NPK, demonstrando sua eficácia para fornecer K, de modo a substituir toda a adubação com cloreto de potássio, e para fornecer P, substituindo ¼ da adubação com P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Tal resultado respalda o RLL como fornecedor parcial de nutrientes para pastagens.

## CONCLUSÕES

A adubação com resíduo líquido de laticínio exerce efeito positivo nas taxas de alongamento e no aparecimento foliar e diminui as perdas por senescência em plantas de capim-mombaça, com melhores resultados, ao longo do tempo, na dose de 400 m<sup>3</sup>.

As taxas de crescimento do capim-mombaça sob influência do resíduo líquido de laticínio apresentam melhor resistência a deficiência hídrica.

A dose de 400 m<sup>3</sup> de resíduo de laticínio pode substituir 100% e 25% das adubações potássica e fosfatada, respectivamente, utilizadas neste estudo. Contudo, o efeito do elevado teor de sódio (Na) do resíduo deve ser mais investigado.

O resíduo líquido de laticínio apresenta-se como potencial fornecedor de nutrientes à pastagens, porém, são necessárias mais observações ao longo do tempo.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio com: a) Bolsas no País / Iniciação Científica - Edital MCT/CNPq n.º 12/2010 - IC, b) Edital MCT/CNPq 10/2010 - Apoio Técnico / Edital MCT/CNPq 10/2010 - AT- NS (Nível Superior); e c) Bolsas no País / Produtividade em Pesquisa - PQ - 2009 - Orientador (COAGR/CGAPB/DABS). Ao CAPES. Apoio fundamental para realização deste projeto.

## REFERÊNCIAS

ADAMS, S. N. The response of pastures in Northern Ireland to N, P and K fertilizers and to animal slurries: II. Effects on mineral composition. **Journal Agricultural Science**, v. 81, p. 411-417, 1973.

ALEXANDRINO, E.; CÂNDIDO, M. J. D.; GOMIDE, J. A. Fluxo de biomassa e taxa de acúmulo de forragem em capim-mombaça mantido sob diferentes alturas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 12, n. 1, p. 59-71, 2011.

BULLOCK, J. M.; HILL, C. J.; SILVERTOWN, J. Tiller dynamics of two grasses - responses to grazing, density and weather. **Journal of Ecology**, v. 82, p. 331-340, 1994.

CECATO, U. et al. Características morfológicas do capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq. Cv. Mombaça) adubado com fontes de fósforo, sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1699-1706, 2007.

COLLIER, L. S.; LARA, M. A. S.; VILELA, L. Recomendação de adubação e calagem a partir do manejo da forrageira de solos cultivados com pastagens no cerrado. In: SANTOS, A.C. (Ed.). **Do Campo para o Campo**. Araguaína: Gráfica Ed. Impacto, 2008. p.16.

CONFORTIN, A. C. C. et al. Morfogênese e estrutura de azevém anual submetido a três intensidades de pastejo. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 32, n. 4, p. 385-391, 2010.

COSTA, N. L.; PAULINO, V. T.; MAGALHÃES, J. A. Produção de Forragem, composição química e morfogênese de *Panicum maximum* cv. Vencedor sob diferentes níveis de adubação nitrogenada. **Revista Científica de Produção Animal**, Areia, v. 1, n. 8, p. 66-72, 2006.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Centro nacional de pesquisa em solo. **Sistemas brasileiro de classificação de solos**, 2. ed., Rio de Janeiro, 2006. 306 p.

FARIA, L. A. et al. Efeito residual da silicatagem no solo e na produtividade do capim Marandu sob pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 3, n. 32, p. 1209-1216, 2008.

GARCEZ NETO, A. F. et al. Respostas morfológicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 5, n. 31, p. 1890-1900, 2002.

- GHERI, E. O.; FERREIRA, M. E.; DA CRUZ, M. C. P. Resposta do capim Tanzânia à aplicação de soro ácido de leite. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 6, n. 38, p. 753-760, 2003.
- LAVRES JR., J.; FERRAGINE, M. D. C.; GERDES, L. Yield components and morphogenesis of Aruana grass in response to nitrogen supply. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 6, p. 632-639, 2004.
- MACEDO, C. H. et al. Características agrônômicas, morfológicas e estruturais do capim panicum maximum cv. Mombaça sob desfolhação intermitente. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 11, n. 4, p. 941-952, 2010.
- MARTUSCELLO, J. A. et al. Características morfológicas e estruturais de capim Massai submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 3, n. 35, p. 665-671, 2006.
- ÖBORN, I. et al. Critical aspects of potassium management in agricultural systems. **Soil Use Management**, Brisbane, Australia, n. 21, p. 102-112, 2005.
- OLIVEIRA, A. B. et al. Morfogênese do capim Tanzânia submetido a adubações e intensidades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 1006-1013, 2007 (Suplemento).
- OLIVEIRA, D. Q. L. et al. Utilização de resíduos da indústria de couro como fonte nitrogenada para o capim Elefante. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 1, n. 32, p. 417-424, 2008.
- PACIULLO, D. S. C. et al. Morphogenesis and leaf biomass accumulation in elephantgrass sward evaluated at different period of the year. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 7, n. 38, p. 881-887, 2003.
- PENA, K. S. et al. Características morfológicas, estruturais e acúmulo de forragem do capim Tanzânia submetido a duas alturas e três intervalos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 11, n. 36, p. 2127-2136, 2009.
- POMPEU, R. C. F. F. et al. Características morfológicas do capim-aruana sob diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 11, n. 4, p. 1187-1210, 2010.
- SANTOS, P. M.; BALSALOBRE, M. A. A.; CORSI, M. Características morfológicas e taxa de acúmulo de forragem do capim-mombaça submetido a três intervalos de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 4, n. 33, p. 843-851, 2004.
- RAWSON, H. M.; HOFSTRA, G. Translocation and remobilization of  $^{14}\text{C}$  assimilated at different stages by each leaf of the wheat plant. **Australian Journal Biological Science**, v. 22, n. 2, p. 321-331, 1969.
- WOLEDGE, J. The effects of shading and cutting treatments on the photosynthetic rate of ryegrass leaves. **Annals of Botany**, v. 41, p. 1279-1286, 1977.
- TISDALE, S. L. et al. **Soil Fertility and Fertilizers. An Introduction to Nutrient Management**. Prentice-Hall, Upper Saddle River. 6th ed. New Jersey, 1999.