

Níveis de substituição de ureia por esterco bovino na adubação de capim-marandu

Replacement levels of urea by bovine manure in the fertilization of palisade grass cv. Marandu

Luan Souza de Paula Gomes^{1,*}, Thiago Gomes dos Santos Braz¹, Mário Henrique França Mourthé¹, Humberto Alencar Paraíso¹, Otaviano de Souza Pires Neto², Flávio Emanuel Gomes Silva¹, Luísa Rocha Ferreira Pereira¹ e Brenner Queiroz Almeida¹

¹Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Montes Claros, MG, Brasil

²Faculdades Unidas do Norte de Minas (FUNORTE), Montes Claros, MG, Brasil

(*E-mail: luanspg@hotmail.com)

<http://dx.doi.org/10.19084/RCA17272>

Recebido/received: 2017.10.25

Aceite/accepted: 2018.08.04

RESUMO

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar a resposta produtiva e os ciclos de colheita do capim-marandu irrigado e adubado com combinações contendo ureia e esterco bovino em diferentes períodos. Utilizou-se delineamento em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas no tempo com 5 tratamentos e 5 repetições. Foram testados cinco níveis de substituição da ureia por esterco bovino (0; 25; 50; 75 e 100% de esterco bovino) em três épocas de crescimento. O acúmulo de forragem total e de folhas com a inclusão do esterco em substituição a ureia reduziu em 59,24% e 61,23%, respectivamente. A produção acumulada e o número de ciclos de colheita decresceram com a inclusão de esterco bovino, em 44,7% e 46,66% respectivamente. As porcentagens de folha, colmo e morto foram influenciadas somente pela época, sendo os melhores resultados observados no segundo período. A produção acumulada e o número de ciclos de colheita decresceram com a inclusão de esterco bovino. A produção de forragem e os ciclos de colheita são afetados negativamente pela inclusão do esterco em substituição à ureia.

Palavras-chave: acúmulo de forragem, composição morfológica, *Urochloa brizantha*

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the productive response and harvest cycles of irrigated and fertilized marandu grass with combinations containing urea and bovine manure in different periods. A randomized complete block design was used, in a plot scheme subdivided in time with 5 treatments and 5 replications. Five levels of urea replacement by bovine manure (0, 25, 50, 75 and 100% bovine manure) were tested at three growing seasons. The accumulation of forage and leaves with the inclusion of manure in substitution of urea decreased by 59.24% and 61.23%, respectively. The accumulated production and the number of harvest cycles decreased with the inclusion of bovine manure, 44.7% and 46.66%, respectively. The percentages of leaf, stem and dead were influenced only by the season, and the best results were observed in the second period. The accumulated production and the number of harvest cycles decreased with the inclusion of bovine manure. Forage production and harvest cycles are negatively affected by the inclusion of manure as a substitute for urea.

Keywords: herbage accumulation, morphological composition, *Urochloa brizantha*

INTRODUÇÃO

A produção de forragem nos períodos críticos do ano tem sido uma das maiores limitações à pecuária. Esse problema se torna mais grave

quando o sistema de produção é desenvolvido exclusivamente em pasto e em regiões de clima semiárido ou em zonas de transição, onde a precipitação é baixa e mal distribuída, dificultando o planejamento alimentar do rebanho. Nessas

situações, a falta de regularidade do início da estação chuvosa pode fazer com que os produtores tenham dificuldade em atender à demanda alimentar do rebanho durante esse período.

Portanto, há necessidade de intensificar os sistemas de produção e aperfeiçoar os fatores relevantes do seu manejo para obter maiores incrementos de biomassa e qualidade da forragem produzida. A elevação da umidade no solo reduz a quantidade de fatores limitantes ao crescimento das forrageiras de clima tropical que se tornam mais responsivas aos nutrientes, sobretudo ao nitrogênio que é extraído em grandes quantidades do solo.

Na bovinocultura de leite, a concentração dos resíduos em currais e sala de espera proporciona a sua coleta e reutilização no processo de adubação das pastagens. Os adubos de origem animal possuem propriedades físicas e químicas que mantêm os níveis de fertilidade, melhoram a estrutura e aumentam a retenção de água no solo (Menezes & Salcedo, 2007). Apesar do menor custo, os adubos orgânicos disponibilizam os nutrientes de forma lenta, dependendo basicamente de fatores que influenciam o processo de mineralização da matéria orgânica como temperatura, água e relação carbono:nitrogênio do resíduo (Cantarella, 2007).

Atualmente, as principais limitações ao uso da adubação orgânica são o tempo necessário para a disponibilização dos nutrientes, a baixa concentração de nitrogênio e a mão de obra para aplicação. Apesar dos outros benefícios para o solo como aumento da matéria orgânica e melhora de sua estrutura, o processo de mineralização limita a resposta rápida das plantas irrigadas no período mais crítico, onde as reservas de alimento estão muito baixas. Assim, a mistura de ureia ao esterco pode disponibilizar diretamente parte dos nutrientes exigidos para o crescimento durante a fase de mineralização da matéria orgânica.

O capim-marandu é uma dos cultivares mais importantes entre as plantas do gênero *Urochloa* (Syn. *Brachiaria*), pois se apresenta amplamente difundido entre produtores de diferentes níveis tecnológicos, possui alto potencial produtivo e boa qualidade de forragem. Diante disso, é comum encontrar propriedades leiteiras que possuem pastos de capim-marandu com potencial para

utilização de adubação orgânica e irrigação. Assim, torna-se indispensável conhecer o potencial de resposta desta planta à adubação orgânica e as estratégias para se acelerar a liberação dos nutrientes via mineralização.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar a resposta produtiva e os ciclos de colheita do capim-marandu e adubado com combinações entre ureia e esterco bovino no em diferentes períodos.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Bocaiuva-MG, Brasil, situado às coordenadas geográficas 17° 06' 28" de latitude Sul, 43° 48' 54" de longitude Oeste a, aproximadamente, 698 m de altitude. A pluviosidade média anual da região é de 1058 mm com temperatura média anual de 22,3°C. Segundo Alvares *et al.*, (2013), o clima da região é do tipo Aw, megatérmico, com inverno seco e verão chuvoso. Os dados climáticos durante o período experimental foram registrados e estão dispostos na (Figura 1).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, devido a heterogeneidade da área, com cinco repetições em esquema de parcelas subdivididas no tempo com cinco tratamentos e três períodos de avaliação. Os tratamentos foram constituídos por cinco níveis de substituição da ureia por esterco: 0, 25, 50, 75 e 100% de esterco. As subparcelas foram constituídas por

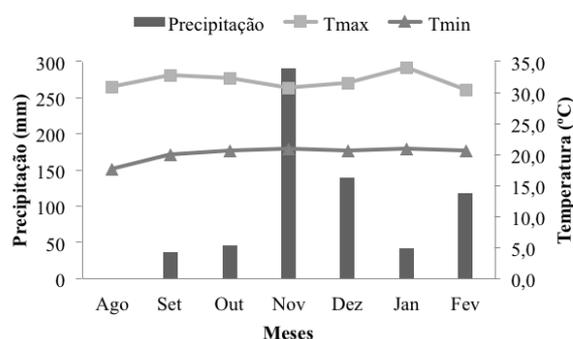


Figura 1 - Precipitação mensal acumulada e médias das temperaturas máximas (Tmax) e mínimas (Tmin) durante o período experimental. Fonte: <https://www.accuweather.com>

três períodos de avaliação (setembro e outubro, novembro e dezembro, janeiro e fevereiro).

A área experimental foi instalada em pastagem de *U. brizantha* cv. Marandu implantada em 2008 em solo da classe Argissolo (EMBRAPA, 2006). O período experimental foi de 184 dias, incluindo o período de transição seca-águas e o período das águas.

Todos os tratamentos corresponderam à aplicação do equivalente a 200 kg ha⁻¹ de nitrogênio. As quantidades de esterco bovino e ureia aplicadas em cada unidade experimental estão dispostas no (Quadro 1).

Quadro 1 - Quantidade de esterco bovino e ureia aplicados em cada parcela de cada tratamento para obter dose equivalente a 200 kg ha⁻¹ de nitrogênio

Nível de substituição (%)	Ureia (g)	Esterco Bovino (g)
0	400	0
25	300	1325
50	200	2650
75	100	3970
100	0	5300

Ureia= 45% de nitrogênio; Esterco bovino = 3,42% de nitrogênio

Para a constituição das unidades experimentais, cada parcela foi demarcada em área de 9 m² no pasto, espaçadas por 2 metros. Os blocos foram dispostos de maneira perpendicular a declividade da área.

Todas as parcelas foram irrigadas utilizando um sistema de aspersão convencional fixo, com espaçamento de 18 m × 18 m. Adotou-se um turno de irrigação de 2 dias, com lâmina de água de 50% da evapotranspiração. Esse valor foi determinado em função da disponibilidade hídrica da fazenda.

Inicialmente, amostras de solo foram coletadas e enviadas ao Laboratório de Análises de Solo do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA-UFMG) para determinação das características químicas (Quadro 2).

Após a análise e interpretação dos resultados, verificou-se a necessidade de adubação com 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅, aplicados na forma de superfosfato simples (500 g de superfosfato simples por canteiro). Não foi necessária aplicação de potássio.

Quadro 2 - Características químicas do solo da área experimental na camada de 0 - 20 cm

Nutrientes	
Cálcio (cmol _c dm ⁻³)	5,86
Magnésio (cmol _c dm ⁻³)	2,24
Alumínio (cmol _c dm ⁻³)	0,00
Fósforo disponível (mg dm ⁻³)	2,09
Potássio (mg dm ⁻³)	172
Níveis	
pH em água	6,9
Hidrogênio + Alumínio (cmol _c dm ⁻³)	1,52
Soma de bases (cmol _c dm ⁻³)	8,54
Capacidade de troca catiônica (cmol _c dm ⁻³)	10,06
Saturação de bases (%)	85,00

A adubação nitrogenada foi realizada por meio de combinações entre ureia e esterco bovino obtido na própria fazenda onde foi realizado o experimento. Amostras do esterco bovino foram enviadas ao Laboratório de Fertilizantes, Corretivos e Resíduos Orgânicos, da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), para determinação das características químicas (Quadro 3).

No dia 22/08/2016, foi realizado corte de uniformização a 10 cm do nível do solo, que marcou o início das avaliações. No início do experimento foi aplicado 1/3 da adubação nitrogenada (ureia e esterco bovino), sendo os outros 2/3 aplicados após o primeiro corte de cada parcela. O fósforo foi aplicado em dose única. Para alcançar os 200 kg ha⁻¹ de N proposto foram aplicadas doses de esterco bovino com base na matéria úmida do material orgânico (Quadro 3).

Quadro 3 - Características químicas do esterco bovino

Nutrientes	
Nitrogênio Total (%)	3,42
Fósforo Total (%)	1,34
Potássio Total (%)	1,68
Cálcio Total (%)	2,74
Magnésio Total (%)	0,43
Níveis	
Potencial de hidrogênio (H ₂ O)	7,6
Relação carbono/nitrogênio (C/N)	7,0
Densidade (g cm ⁻³)	0,58
Umidade Total (%)	14,17
Matéria Orgânica Total (%)	47,36
Carbono Orgânico (%)	24,68
Resíduo Mineral Total (%)	38,47

O experimento foi manejado por meio da realização de cortes manuais quando a forrageira atingia 30 cm de altura. Todos os cortes foram realizados a 15 cm do nível do solo (Pedreira *et al.*, 2007). A altura média das parcelas experimentais foi mensurada periodicamente, utilizando-se régua graduada em centímetros. Foram tomadas leituras em cinco pontos aleatórios por unidade experimental. A altura de cada ponto correspondeu à altura média do plano de folhas em torno da régua.

Ao atingirem a condição de colheita (30 cm de altura) cada parcela teve uma amostra colhida com auxílio de moldura de 1m². Toda a forragem acima de 15 cm foi colhida e pesada para determinação da massa de forragem fresca. Após a pesagem, a forragem foi homogeneizada e dividida em duas subamostras.

A primeira subamostra foi separada nos componentes morfológicos folhas, colmos e material morto, que foram direcionados a estufa de circulação forçada de ar para secagem (55°C por 72hrs) e determinação da participação relativa de cada componente na composição morfológica da forragem. De posse do peso seco de cada componente, foram estimadas as porcentagens de folhas (%FOL), de colmos (%COL) e de material morto (%MM) na massa de forragem total. A relação folha:colmo (RFC) foi determinada pelo quociente entre a massa seca de folhas e a massa seca de colmos.

A segunda amostra foi utilizada para determinação do teor de matéria seca. Após secagem em estufa a 55° C durante 72 horas, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey, com malha de 1 mm. As amostras pré-processadas foram utilizadas para a determinação do teor de matéria seca (%MS), conforme metodologias descritas por Detmann *et al.* (2012).

De posse da massa verde e do teor de matéria seca, foi estimada a produção de forragem acumulada em cada corte em g m⁻² e, depois, transformada para kg ha⁻¹. O acúmulo de massa seca total (ACUM) em kg ha⁻¹ dia⁻¹ foi estimado por meio do quociente entre a massa seca de folhas e colmos acumulada no corte e a duração do período de crescimento até o momento de colheita. O ACUM foi estimado para cada período de avaliação. Por meio do produto

entre as porcentagens de folhas, colmos e material morto, foram estimados de maneira semelhante ao ACUM, o acúmulo de folhas (ACUMF), de colmos (ACUMC) e de material morto (ACUMM).

A produção de massa seca total de forragem (PMS) em kg ha⁻¹ foi estimada por meio da soma da produção acumulada em cada corte. Já a produção de massa seca de folhas (PMSF) foi estimada por meio da soma da produção de folha de cada corte. Ao final do experimento, todas as parcelas que não atingiram a condição de colheita foram cortadas e pesadas para computar a forragem produzida.

A duração do ciclo (DC) em dias foi estimada por meio da média entre a duração dos intervalos de cortes realizados em cada parcela. Já o número de ciclos (NC) foi obtido pelo quociente entre a duração do período experimental e a duração média de cada ciclo de colheita.

Os dados obtidos são provenientes de medidas repetidas no tempo e, portanto, foram submetidos a um diagnóstico para escolha da matriz de covariância, utilizando os critérios de informação de Akaike e Bayesiano. Após a identificação da matriz apropriada (Azevedo *et al.*, 2016), os dados foram submetidos a análise de variância utilizando o procedimento PROC MIXED do SAS. Quando da verificação de interações significativas procedeu-se a decomposição da interação. Os efeitos dos níveis de inclusão de esterco bovino na adubação foram avaliados por meio de análise de regressão. Todos os dados foram analisados por meio do software SAS (*Statistical Analysis System*), sendo considerados significativos quando P<0,05.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito de tratamento, período e interação significativa (P<0,05) para acúmulo massa seca total (ACUM) e de folhas (ACUMF) (Quadro 4). Já para as variáveis acúmulo de colmo (ACUMC), acúmulo de material morto (ACUMM), porcentagem de folha (%FOL), colmo (%COL) e de material morto (%MM) houve efeito significativo apenas de período de avaliação (P<0,05).

Diante da interação significativa, procedeu-se sua decomposição. Na avaliação do efeito de doses

dentro de período, verificou-se que somente no segundo período houve resposta da forrageira aos tratamentos avaliados. Nesse período, a inclusão de esterco em substituição à ureia como fonte de N implicou em redução de 0,45 kg no ACUM para cada unidade percentual de esterco utilizada em substituição à ureia (Quadro 4). Assim, foi verificado que a substituição total do adubo químico por esterco proporcionou redução de 59,24% na resposta da forrageira. O resultado pode estar associado ao fato do acúmulo de massa ser extremamente dependente de condições ambientais adequadas como o suprimento de nutrientes, sobretudo de nitrogênio (N). O decréscimo no acúmulo de matéria seca também foi observado por Araújo *et al.* (2011) em trabalho com capim-marandu, onde foi observada redução de 60% na produtividade quando da utilização de 100% de esterco como fonte de N.

A redução do acúmulo de massa seca total com a adição do esterco bovino (EB) no segundo período pode ter sido influenciada pela lenta liberação de nutrientes pelo esterco, que depende do processo de mineralização. Segundo Peixoto Filho *et al.* (2013) a liberação dos nutrientes para as plantas varia com a taxa de mineralização dos resíduos orgânicos, o que afeta principalmente plantas muito responsivas à adubação nitrogenada, como o capim-marandu. Além disso, a verificação de resposta significativa somente no segundo período pode estar associada à ocorrência de maior precipitação durante os meses de novembro e dezembro (Quadro 4), que suprimiu a demanda hídrica que não estava sendo atendida pela irrigação com 50% da evapotranspiração. Magalhães *et al.* (2016) trabalhando com diferentes lâminas de irrigação e

adubação nitrogenada no capim-marandu, observaram que a lâmina de 50% da evapotranspiração reduziu a Taxa de alongamento de folha da forrageira.

No primeiro e terceiro períodos, a regressão em função dos níveis de inclusão de esterco não foi significativa, apresentando médias de 17,2 kg ha⁻¹ dia⁻¹ e 32,6 kg ha⁻¹ dia⁻¹, respectivamente. A ausência de efeito de nível de substituição de ureia por esterco nestes períodos pode estar associada a baixa precipitação registrada, sobretudo no período 1 que ocorreu durante o fim do inverno (período de seca). Devemos destacar que plantas de metabolismo C₄, como a *U. brizantha* cv. Marandu, demandam cerca de 300g de água para cada grama de matéria seca produzida (Taiz e Zeiger, 2009). Além disso, é possível que o corte de uniformização, realizado a 10 cm do solo, tenha removido boa parte dos meristemas apicais e da área foliar residual, estimulando a retomada do crescimento via acionamento de gemas basais, que dependem de maior tempo para serem capazes de produzir parte aérea de forma eficiente. Tal fato corrobora estudos de Gomide *et al.* (2007) e Alexandrino *et al.* (2011).

Já no terceiro período, os cortes anteriores podem ter extraído o N disponível no solo que, mesmo diante de maior taxa de mineralização, não proporcionou quantidades suficientes de N para o crescimento. Além disso, o terceiro período também foi caracterizado por baixa precipitação, que pode ter limitado a absorção dos nutrientes.

Na decomposição do efeito de período dentro de nível de substituição, verificaram-se diferenças significativas para todos os níveis avaliados. Nos níveis 0 e 25, com maior concentração de N na forma de ureia, houve maior ACUM no período 2, seguido pelo 3 e pelo período 1 (Quadro 5). No nível de 50%, nota-se que o período 2 proporcionou resposta maior que os períodos 1 e 3, que não diferiram entre si. Já nos níveis 75 e 100%, os períodos 2 e 3 não diferiram entre si e foram estatisticamente superiores ao período 1.

Provavelmente, a maior concentração de N prontamente disponível acentuou as diferenças no ACUM do capim-marandu entre os períodos avaliados. Contudo, à medida que se aumentou a participação

Quadro 4 - Acúmulo de massa seca total e acúmulo de folhas do capim-marandu irrigado e submetido a níveis de substituição da ureia por esterco bovino em diferentes períodos de avaliação

Período	Equação de regressão	R ²
Acúmulo de massa seca (kg ha ⁻¹ dia ⁻¹)		
1	$\hat{Y} = 17,2$	-
2	$\hat{Y} = -0,450x + 75,97$	0,881
3	$\hat{Y} = 32,6$	-
Acúmulo de folhas (kg ha ⁻¹ dia ⁻¹)		
1	$\hat{Y} = 16,04$	-
2	$\hat{Y} = -0,390x + 63,69$	0,963
3	$\hat{Y} = 24,64$	-

Quadro 5 - Decomposição do efeito de período dentro de níveis de substituição de ureia por esterco em capim-marandu no período de transição seca-águas para acúmulo de massa seca

Período	Nível de substituição da ureia por esterco (%)				
	0	25	50	75	100
1	16,1c	20,7c	18,1b	18,4b	12,4b
2	68,6a	75,1a	53,6a	39,5a	30,1a
3	36,2b	37,6b	26,3b	32,2a	30,5a
Média	40,3	44,5	32,7	30	24,3

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

do esterco, a lenta mineralização da matéria orgânica provavelmente implicou em maior disponibilização de nutrientes entre o segundo e terceiro períodos, o que fez com que as plantas tivessem um crescimento mais uniforme nessa fase, mesmo diante da redução da disponibilidade hídrica no terceiro período. Sampaio *et al.* (2007) relataram que há imobilização do N por microrganismos no primeiro mês após a aplicação e que a liberação ocorre de maneira progressiva, atingindo maiores quantidades entre três e seis meses após a adubação orgânica.

O acúmulo de folha (ACUMF) também foi influenciado pelo nível de substituição da ureia, período de avaliação de interação entre os fatores. Nota-se que esta variável apresentou resposta semelhante ao acúmulo de massa seca total, já que as folhas foram o principal componente morfológico presente na forragem, com valor médio de 78,4%. Nesse sentido, com a adição de esterco, também foi verificada redução no ACUMF apenas no período 2 (Quadro 4). A substituição total da ureia por esterco proporcionou redução de 38,76% na resposta da variável (Quadro 4), evidenciando o efeito da lenta liberação dos nutrientes do esterco.

Conforme relatado, a elevada participação das folhas é resultado do manejo de desfolhações realizado com 30 cm de altura, o que proporcionou a colheita da forragem próximo ao índice de área foliar crítico e a elevação da participação das folhas na massa produzida (Costa *et al.*, 2016). Já a menor produção de folhas com a adição de esterco, pode estar relacionada à redução no alongamento de folhas e no número de perfilhos, uma vez que o N é importante para a ativação

das gemas basais, divisão e expansão celular e estímulo ao perfilhamento (Pereira *et al.*, 2010). Segundo Colozza *et al.* (2000) a redução do N disponível reduz o teor de clorofila nas folhas, diminuindo a quantidade de fotoassimilados que atuam nas características morfogênicas e estruturais como o alongamento das folhas e o perfilhamento. No primeiro e terceiro períodos não foi observado efeito nos níveis de substituição de ureia por esterco, provavelmente devido à menor precipitação.

Na decomposição do efeito de período dentro de níveis de substituição para o ACUMF, também foi observada resposta semelhante ao acúmulo de massa seca total (Quadro 6). Nesse sentido, as diferenças entre os períodos ficaram mais evidentes nos tratamentos com maior participação de ureia. Nos tratamentos com 25 e 50% de esterco, não foi observada diferença entre o primeiro e terceiro período, que foram estatisticamente menores que o segundo período. Já nos tratamentos com 75 e 100% de esterco, o segundo e terceiro período não diferiram entre si e foram estatisticamente superiores ao primeiro período, evidenciando o potencial do esterco para o fornecimento de nutrientes em longo prazo (Quadro 6).

De maneira semelhante ao acúmulo de massa seca, o menor acúmulo de folhas no primeiro período possivelmente foi consequência da indisponibilidade de fatores de crescimento como temperatura e precipitação.

O acúmulo de colmos (ACUMC) foi substancialmente menor no primeiro período (Quadro 7).

Quadro 6 - Acúmulo de massa seca de folhas em capim-marandu adubado com combinações entre ureia e esterco em diferentes períodos de avaliação

Período	Nível de substituição da ureia por esterco (%)				
	0	25	50	75	100
1	15,3c	20,0b	16,5b	16,5b	11,7b
2	61,5a	58,7a	41,7a	33,4a	25,3a
3	26,1b	28,0b	19,6b	26,1a	23,3a
Média Geral	34,3	35,6	25,9	25,3	20,1

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Provavelmente, o resultado se deve à ocorrência de condições desfavoráveis ao crescimento no primeiro período de avaliação e ao corte de uniformização a 10 cm do solo que contribuiu para que o crescimento inicial fosse constituído por maior quantidade de folhas.

Quadro 7 - Acúmulo de colmo (ACUMC), acúmulo de morto (ACUMM), porcentagem de folha (%FOL), porcentagem de colmo (%COL) e porcentagem de material morto (%MM) do capim-marandu em diferentes períodos de avaliação

Período	ACUMC	ACUMM	%FOL	%COL	%MM
1	2,1b	0,8b	82,6a	12,9b	4,3b
2	8,6a	1,4b	81,8a	13,1b	2,7b
3	7,8a	2,7a	70,9b	22,2a	7,9a
Média Geral	6,1	1,6	78,4	16	4,9

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

O maior percentual de colmo (%COL) no terceiro período, pode ter sido ocasionado pelo maior desenvolvimento do dossel e, conseqüente, competição por luz, que resulta em estímulo ao alongamento de colmo. Além disso, o terceiro período coincidiu com o início do florescimento do capim-marandu (janeiro-fevereiro), o que favorece maior presença de colmos na massa seca (Medica *et al.*, 2017).

O maior acúmulo de material morto (ACUMM) foi observado no terceiro período (Quadro 7). Este resultado pode ser explicado pelo avanço da maturidade da planta, aumentando a participação do material morto na massa de forragem. De acordo com Lemaire *et al.* (2011) o avanço no desenvolvimento do dossel forrageiro e da maturidade da planta é marcado pelo aumento da taxa de acúmulo de forragem senescente.

Neste trabalho não houve efeito significativo dos tratamentos sobre a relação folha:colmo (RFC), diferente do observado por Araújo *et al.* (2011) e Emerenciano Neto (2016). Os referidos autores observaram menor RFC quando da utilização de 100% de N na forma de esterco. Provavelmente, a ausência do efeito pode estar relacionada ao manejo adotado na desfolhação, que foi com altura predefinida e padronizou o estágio de desenvolvimento do dossel das plantas de capim-marandu no momento da colheita.

As variáveis produção de massa seca total de forragem (PMS), produção massa seca de folhas (PMSF) e número de ciclos (NC) responderam de maneira linear negativa aos tratamentos, enquanto a duração do ciclo (DC) aumentou com a adição do esterco. ($P < 0,05$).

Com a substituição total da ureia por esterco como fonte de N, houve aumento de 99,13% na duração dos ciclos de colheita ou corte (Quadro 8). Esse prolongamento na duração dos ciclos é reflexo de limitações impostas por deficiência nutricional às plantas forrageiras que precisaram de períodos mais longos para atingir a condição ideal para colheita. Devido ao fato do N ser o principal nutriente relacionado ao aumento do desenvolvimento do dossel da forrageira, a instantânea liberação do mesmo pela ureia explica o maior crescimento em relação aos tratamentos com mais esterco bovino.

O número de ciclos, por sua vez, reduziu 46,66% com a substituição total da ureia por esterco (Quadro 8). O número de ciclos é inversamente proporcional à duração do ciclo e, portanto, a redução na frequência de colheitas com a elevação da quantidade de esterco é reflexo do maior tempo necessário para a forrageira atingir a altura de corte. De fato, os tratamentos com maior quantidade de ureia, onde se encontra N prontamente disponível, alcançam mais precocemente o seu número máximo de folhas por perfilho, sendo, dessa forma, colhidos com maior frequência (Fialho *et al.*, 2012).

Sales *et al.* (2013) relataram que o capim-marandu respondeu linearmente ao aumento da dose de nitrogênio. Esses autores relatam ainda o rápido incremento de folhas, o que pode aumentar o

Quadro 8 - Equações de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e coeficiente de variação (CV) da duração do ciclo, número de ciclos e produção total de massa seca de folhas do capim-marandu em função da substituição da ureia por esterco bovino

Variáveis	Equações	R^2	CV%
Duração do ciclo	$\hat{Y} = 0,343x + 34,6$	0,858	25,23
Número de ciclos	$\hat{Y} = -0,024x + 5,144$	0,867	25,14
Produção de massa seca de folhas	$\hat{Y} = -31,15x + 6831$	0,871	19,00

número total de colheitas. De acordo com Pereira *et al.* (2012) o nitrogênio acelerou os índices de crescimento da grama-bermuda Tifton 85. Nesse sentido a maior disponibilidade de nitrogênio pode refletir em cortes subsequentes do capim, reduzindo o tempo de descanso do piquete.

Houve decréscimo de 45,6% na a produção de massa seca de folhas (PMSF), quando adicionado esterco. A queda na produção é consequência da substituição do N mineral por N orgânico, pois o N presente no esterco pode ser imobilizado ou mineralizado em quantidade insuficientes para o desenvolvimento do vegetal (Prado *et al.*, 2016).

Araújo *et al.* (2011), trabalhando com substituição de ureia por esterco em dois períodos, observaram no primeiro período aumento na PMSF na dose de 75% de esterco bovino (EB), já no segundo período PMSF decresceu em 42,41% com a substituição de ureia por EB, corroborando com os resultados encontrados nesse experimento.

A produção de matéria seca total teve resposta negativa à substituição da ureia pelo esterco como fonte de N. A cada 1% de esterco bovino aplicado em substituição à ureia houve redução de 38,98 kg ha⁻¹ de MS (Figura 2), representando 44% de decréscimo na produtividade de massa seca total acumulada.

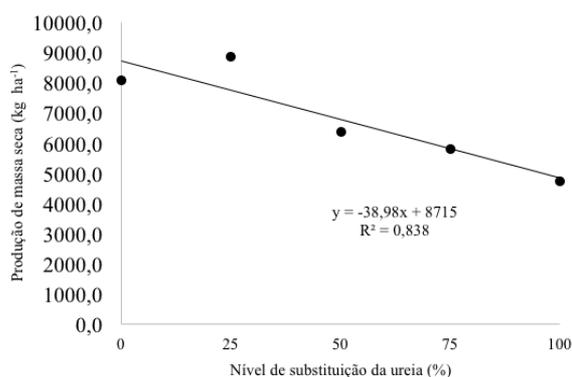


Figura 2 - Produção de massa seca total do capim-marandu em função da substituição da ureia por esterco bovino.

É possível perceber que o uso de adubos orgânicos como única fonte de N para as forrageiras impede a manifestação do seu potencial genético em consequência da lenta liberação do N (Araújo *et al.*, 2011). Moreira *et al.* (2015), trabalhando com milho e milheto adubados com biofertilizante de suíno e adubo mineral, obtiveram maior produção de matéria seca total com a adução mineral. Em conformidade com Emerenciano Neto *et al.* (2016), esses resultados ratificam o melhor rendimento do N mineral na conversão em matéria seca. Sales *et al.* (2013), avaliando capim-marandu sob diferentes doses de N em dois períodos do ano, obtiveram produção de matéria seca média de 3,93 t ha⁻¹ e 5,71 t ha⁻¹ no período de inverno e verão, respectivamente.

Segundo Lopes *et al.* (2013), o declínio na produção reforça a importância do N para o acréscimo de massa seca, principalmente em pastos com manejo intensivo.

Apesar da queda da produtividade do capim com a substituição da ureia pelo EB neste experimento, os adubos orgânicos podem ser uma solução para reduzir custos com adubação, além de criar um descarte apropriado para os mesmos. Castro *et al.* (2016), estudando a utilização de adubação orgânica em pastagem, verificaram que adubação mineral proporcionou resultados semelhantes às duas maiores doses de esterco aplicadas (18 e 27 t ha⁻¹) para o capim-marandu. Nesse sentido o EB é uma alternativa de custo bem inferior a adubos inorgânicos, que apesar de depender da mineralização para disponibilizar seus nutrientes, pode propiciar a longo prazo produtividade semelhante à pastagem com adubação mineral.

CONCLUSÃO

A resposta do capim-marandu é influenciada pelos níveis de substituição da ureia por esterco e pelas épocas de avaliação.

A produção de forragem e os ciclos de colheita são afetados negativamente pela inclusão do esterco em substituição à ureia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexandrino, E.; Cândido, M.J.D. & Gomide, J.A. (2011) – Fluxo de biomassa e taxa de acúmulo de forragem em capim Mombaça mantido sob diferentes alturas. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, vol. 12, n. 1, p. 59-71.
- Alvares, C.A.; Stape, J.L.; Sentelhas, P.C.; Gonçalves, J.L.M. & Sparovek, G. (2013) – Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, vol. 22, n. 6, p. 711-728. <https://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Araújo, A.S.; Silva, J.E.C.; Santos, A.C.; Silva Neto, S.P.; Dim, V.P. & Alexandrino, E. (2011) – Substituição de nitrogênio por esterco bovino na produtividade de forragem e qualidade do solo. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, vol. 12, n. 4, p. 852-866.
- Azevedo, A.M.; Andrade Júnior, V.C.; Pedrosa, C.E.; Valadares, N.R.; Ferreira, M.A.M. & Cecon, P.R. (2016) – Longitudinal data assessment of global stability index in kale leaves. *Scientia Agricola*, vol. 73, n. 1, p. 79-84. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0334>
- Cantarella, H. (2007) – Nitrogênio. In: Novais, R.F.; Alvarez V.V.H.; Barros, N.F.; Fontes, R.L.F.; Cantarutti, R.B. & Neves, J.C.L. (Eds.) – *Fertilidade do solo*. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p. 375-470.
- Castro, C.S.; Lobo, U.G.M.; Rodrigues, L.M.; Backes, C. & Santos, A.J.M. (2016) – Eficiência de utilização de adubação orgânica em forrageiras tropicais. *Revista de Agricultura Neotropical*, vol. 3, n. 4, p. 48-54.
- Colozza, M.T.; Kiehl, J.C.; Werner, J.C. & Schammass, E.A. (2000) – Respostas de *Panicum maximum* cultivar Aruana a doses de nitrogênio. *Boletim de Indústria Animal*, vol. 57, n. 1, p. 21-32.
- Costa, N.L.; Townsend, C.R.; Fogaça, F.H.S.; Magalhães, J.A.; Santos, F.J.S. & Rodrigues, B.H.N. (2016) – Rendimento de forragem e morfogênese de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob níveis de desfolhação nos cerrados de Roraima. *PUBVET*, vol. 10, n. 4, p. 302-306.
- Detmann, E.; Souza, M.A.; Valadares Filho, S.C.; Queiroz, A.C.; Berchielli, T.T.; Saliba, E.O.S.; Cabral, L.S.; Pina, D.S.; Ladeira, M.M. & Azevedo, J.A.G. (2012) – *Métodos para análise de alimentos*. INCT: Ciência animal. Visconde do Rio Branco: Suprema, 214 p.
- EMBRAPA (2006) – *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Centro Nacional de Pesquisa em Solos. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 306 p.
- Emerenciano Neto, J.V.; Pereira, G.F.; Difante, G.S.; Oliveira, L.G.; Lima, A.R.; Santos, W.R. & Gurgel, M.F. (2016) – Produção e estrutura de pastos de capim-massai adubado com dejetos da produção animal. *Boletim de Indústria Animal*, vol. 73, n. 2, p. 111-117.
- Fialho, C.A.; da Silva, S.C.; Gimenes, F.M.A.; Gomes, M.B.; Berndt, A. & Gerdes, L. (2012) - Tiller population density and tillering dynamics in marandu palisade grass subjected to strategies of rotational stocking management and nitrogen fertilization. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, vol. 34, n. 3, p. 137-139. <http://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v34i3.13739>
- Gomide, C.A.M.; Gomide, J.A. & Alexandrino, E. (2007) – Características estruturais e produção de forragem em pastos de capim-mombaça submetidos a períodos de descanso. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 42, n. 10, p. 1487-1494. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2007001000017>
- Lemaire, G.; Hodgson, J. & Chabbi, A. (2011) – *Grassland productivity and ecosystem services*. Cabi, Wallingford.
- Lopes, M.N.; Cândido, M.J.D.; Pompeu, R.C.F.; Silva, R.G.; Lopes, J.W.B.; Fernandes, F.R.B.; Lacerda, C.F. & Bezerra, F.M.L. (2013) - Fluxo de biomassa em capim-massai durante o estabelecimento e rebrotação com e sem adubação nitrogenada. *Revista Ceres*, vol. 60, p. 363-371.
- Magalhães, J.A.; Carneiro, M.S. de S.; Andrade, A.C.; Rodrigues, B.H.N.; Costa, N. de L.; Santos, F.J. de S.; Edvan, R.L. & Araújo Neto, R.B. (2016) – Características morfogênicas e estruturais do capim-marandu sob irrigação e adubação. *Holos*, vol. 8, p. 113-124. <http://dx.doi.org/10.15628/holos.2016.4514>
- Menezes, R.S.C. & Salcedo, I.H. (2007) – Mineralização de N após incorporação de adubos orgânicos em um Neossolo Regolítico cultivado com milho. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 11, n. 4, p. 361-367.
- Medica, J.A.S.; Reis, N.S. & Santos, M.E.R. (2017) – Caracterização morfológica em pastos de capim-marandu submetidos a frequências de desfolhação e níveis de adubação. *Ciência Animal Brasileira*, vol. 18, art. e40460. <http://dx.doi.org/10.1590/1089-6891v18e-40460>

- Moreira, E.D.S.; Fernandes, L.A.; Colen, F. & Cruz, L.R. (2015) - Características agronômicas e produtividade de milho e milheto para silagem adubados com biofertilizante suíno sob irrigação. *Boletim de Indústria Animal*, vol. 72, p. 185-192. <http://dx.doi.org/10.17523/bia.v73n3p185>
- Pedreira, B.C.; Pedreira, C.G.S. & da Silva, S.C. (2007) – Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 42, n. 2, p. 281-287.
- Peixoto Filho, U.J.; Freire, M.B.S.; Freire, F.J.; Miranda, M.F.A.; Pessoa, L.G. & Kamimura, K.M. (2013) – Produtividade de alface com doses de esterco de frango, bovino e ovino em cultivos sucessivos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 17, n. 4, p. 419-424. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013000400010>
- Pereira, L.E.T.; Paiva, A.J.; Silva, S.C.; Caminha, F.O.; Guarda, V.D. & Pereira, P.M. (2010) – Sward structure of marandu palisadegrass subjected to continuous stocking and nitrogen-induced rhythms of growth. *Scientia Agrícola*, vol. 67, n. 5, p. 531-539. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162010000500006>
- Pereira, O.G.; Rovetta, R.; Ribeiro, K.G.; Santos, M.E.R.; Fonseca, D.M. & Cecon, P.R. (2012) – Crescimento do capim-tifton 85 sob doses de nitrogênio e alturas de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 41, n. 1, p. 30-35. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982012000100005>
- Prado; M.R.V.; Ramos, F.T.; Weber, O.L.S. & Müller, C.B. (2016) - Carbono orgânico e nitrogênio total nas frações densimétrico da matéria orgânica sob gestão do solo diferente. *Revista Caatinga*, vol. 29, n. 2, p. 263-273.
- Sales, E.C.J.; Reis, S.T.; Monção, F.P.; Antunes, A.P.S.; Oliveira, E.R.; Matos, V.M.; Côrrea, M.M. & Delvaux, A.S. (2013) – Produção de biomassa de capim-marandu submetido a doses de nitrogênio em dois períodos do ano. *Revista Agrarian*, vol. 6, n. 22, p. 486-499.
- Sampaio, E.V.S.B.; Oliveira, N.M.B. & Nascimento, P.R.F. (2007) – Eficiência da adubação orgânica com esterco bovino e com *Egeria densa*. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol. 31, n. 5, p. 996-1002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832007000500016>
- Taiz, L. & Zeiger, E. (2009) – *Fisiologia Vegetal*. Porto Alegre: Artmed, 4.ed.