

PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DO CAPIM-MARANDU, SOB DIFERENTES PERCENTUAIS DE SOMBREAMENTO E DOSES DE NITROGÊNIO

PRODUCTION AND CHEMICAL COMPOSITION OF MARANDU PALISADEGRASS UNDER DIFFERENT PERCENTAGES OF SHADING AND NITROGEN DOSES

Guilherme Lanna REIS¹; Ângela Maria Quintão LANA²;
João Virgínio EMERENCIANO NETO³; José Pires de LEMOS FILHO⁴;
Iran BORGES²; Raissa Macaron LONGO⁵

1. Doutor em Zootecnia, Escola de Veterinária- EV, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil. guilhermelanna@yahoo.com.br; 2. Professor (a) Associado (a), EV- UFMG; 3. Doutorando em Zootecnia, EV-UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil; 4. Professor titular, Instituto de Ciências Biológicas, ICB-UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil; 5. Graduada em Medicina Veterinária, EV-UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil.

RESUMO: Objetivou-se com esse estudo foi avaliar a influência da fertilização nitrogenada e do sombreamento artificial sobre a produtividade e variáveis bromatológicas da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. A pastagem foi submetida a quatro doses de adubação (0, 50, 70 e 100 kg de N por aplicação) e a quatro percentuais de sombreamento (0, 47, 53 e 66%) por meio de tela de náilon. A produção de matéria seca teve resposta linear para o sombreamento e a fertilização nitrogenada, onde reduziu com o sombreamento e aumentou com as doses de N. Os valores médios do índice de área foliar e a interceptação luminosa foram superiores ao preconizado no manejo de pastagens. O sombreamento não alterou a altura do dossel e o teor de FDN. Os maiores teores de FDN foram com 100 kg de N e os menores de FDA com 47,5% de sombreamento. O teor de PB decresceu linearmente em função do aumento sombreamento e das doses de N. A produção do capim-marandu responde positivamente ao aumento do N e negativamente ao sombreamento, enquanto que a quantidade e a qualidade da proteína decrescem pela ação de ambos os fatores.

PALAVRAS-CHAVE: *Brachiaria brizantha*, Dossel. Luminosidade. Sistema silvipastoril.

INTRODUÇÃO

As pastagens ocupam 3,4 bilhões de hectares, o que corresponde a 70% da área destinada à agropecuária ou a 30% da área sem gelo da terra. Em torno de 73% dessa área apresenta-se com algum grau de degradação do solo (NEELY et al., 2009). As principais causas de degradação seriam o excesso de pastejo e a queda da fertilidade dos solos, especialmente por deficiência de nitrogênio (PACIULLO et al., 2007). Uma alternativa para incrementar a produção forrageira é a associação de árvores com pastagens, constituindo sistemas silvipastoris (SSP). De acordo com Paciullo et al. (2007), esses sistemas desde que bem manejados podem favorecer a conservação do solo e da água, a melhoria das condições físicas e químicas do solo e o conforto térmico para os animais.

Estima-se que de 80 a 90% das áreas de pastagens no País são constituídas por espécies forrageiras, do gênero *Brachiaria*, principalmente *B. decumbens* e *B. brizantha* (PACIULLO et al., 2007). A *B. brizantha* cv. Marandu é considerada como de tolerância moderada ao sombreamento

(DIAS-FILHO, 2002) e de alta capacidade produtiva (ANDRADE et al., 2004). A redução da luminosidade incidente para as forrageiras em SSP é uma grande limitação encontrada, porém segundo Andrade et al. (2001) não é a principal limitação, a baixa disponibilidade de nutrientes do solo é mais relevante. De acordo com Lima (2006), há estudos que indicam que em solos com baixa disponibilidade de nutrientes, o sombreamento pode aumentar o crescimento de gramíneas tropicais quando comparadas àquelas cultivadas a pleno sol nas mesmas condições edáficas.

Os índices de produtividade agrícolas dependem da aplicação de fertilizantes, principalmente dos compostos nitrogenados, a utilização mais intensiva destes nutrientes não implica necessariamente em aumentos na produção, pois a eficiência dos fertilizantes declina com uso de doses mais elevadas.

Objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do sombreamento e da fertilização com nitrogênio sobre a produção, a altura do dossel, o índice de área foliar e a composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Águas Formosas, em Caeté/MG, a aproximadamente 1.000m de altitude e coordenadas 19°47'39''S e 43°36'77''O. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho (CFSEMG, 1999). Em

dezembro de 2008, antes de iniciar o experimento, realizou-se a coleta de amostras de solos nas camadas de 0-20 e 20-40 cm (Tabela 1). Junto à primeira aplicação de ureia, aproximadamente 30 dias antes do primeiro corte, foram aplicados 50 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de KCl.

Tabela 1. Atributos químicos do solo na área experimental sob duas profundidades

Profun. (cm)	pH	MO dag kg ⁻¹	P mg dm ⁻³	K mg dm ⁻³	Ca	Mg	Al cmol _c dm ⁻³	H+AL	SB	CTC cmol _c dm ⁻³	CTC*	S (%)
0-20	6,3	3,6	5,3	125	2,5	1,5	0,0	2,2	4,32	4,32	6,52	66
20-40	6,0	1,8	1,1	45	1,1	0,6	0,0	2,2	1,82	1,82	4,02	45

* a pH 7,0.

Os pastos foram plantados em 2004 em uma encosta com declividade de até 45°. Utilizou-se uma roçadeira mecânica para uniformização da vegetação existente na área para a implantação do experimento. A unidade experimental foi o canteiro de 3,0 x 2,0 m, sendo a parcela experimental útil de 2,0 m². As coletas de forragem ocorreram de março a dezembro de 2009, sendo agrupadas nas estações seca e das águas. A pluviosidade do ano de 2009 no experimento foi de 1.079 mm, com médias mensais de 11 e 140 mm para as estações seca e das águas, respectivamente.

O pasto foi submetido a quatro doses de fertilizante nitrogenado, ureia, (0, 50, 70 e 100 kg de N ha⁻¹aplicação⁻¹) em cinco aplicações e quatro percentuais de sombreamento por meio de telas plásticas (tela de náilon) a 2,0 m do solo, totalizando 16 tratamentos com quatro repetições. Houve o cuidado para que a tela de náilon abrangesse toda a estrutura, inclusive as laterais do canteiro, evitando assim interferências de luminosidade nos tratamentos. Foi utilizado espaçamento de 2m entre as estruturas para evitar interferência entre tratamentos. O sentido de posição das telas de náilon foi leste-oeste, acompanhando a curva de nível. Os percentuais de sombreamento utilizados foram de 30, 50 e 70%, de acordo com o fabricante. Entretanto, ao mensurar a radiação fotossinteticamente ativa (RFA), constatou-se que os percentuais de sombreamento proporcionados pelas telas de náilon foram 47, 53 e 66%, o quarto percentual de sombreamento foi a pleno sol, logo 0% de sombra.

Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso, sendo o gradiente de fertilidade o critério de blocagem, com arranjos em parcelas sub-subdivididas com a adubação na parcela, sombreamento na sub-parcela e estação na sub-subparcela. A forragem foi coletada a 10 cm de altura a cada trinta dias. Em seguida, realizou-se a

uniformização do canteiro a 10cm de altura e aplicação de nitrogênio na forma de ureia, exceto no mês de julho, devido à baixa pluviosidade. Da forragem coletada utilizou-se 200 g para análise laboratorial. Em três repetições da forragem coletada, separou-se 400 g em matéria morta, lâmina foliar e colmo+bainha, e pré secas em estufa de circulação forçada a 60°C até peso constante.

Nos meses de março, julho, outubro e novembro, por meio do quantômetro digital (LI-1400 DataLogger), realizaram-se a cada 30 min, a partir das 7 h, mensurações de radiação fotossinteticamente ativa (RFA), radiação global (RG) temperatura e da umidade relativa do ar (UR%) em cada estrutura sombreada montada. Para estimar o índice de área foliar (IAF) utilizou-se do aparelho LI-COR modelo LAI 2000, onde as leituras foram realizadas até as 9 h, nos cinco pontos de amostragem, a partir de uma leitura de referência realizada dentro da estrutura e acima do dossel da forrageira. Avaliou-se também a altura do dossel nas forrageiras, sendo a distância entre o solo e a curvatura média das folhas.

As determinações da fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB), matéria seca (MS) e matéria mineral (MM) foram realizadas por meio de espectroscopia de reflectância de infravermelho proximal (NIRS). Realizou-se análises de lignina (LIG) pelo método sequencial (VAN SOEST et al., 1991). O nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) foram analisados de acordo com Licitra et al. (1996). A hemicelulose (HCEL) foi calculada pela diferença entre o FDN e FDA. O conteúdo de celulose (CEL) foi estimado pela diferença entre o FDA e a LIG (VAN SOEST et al., 1991). As proteínas insolúveis em detergentes neutro (PIDN) e ácido (PIDA) foram calculadas multiplicando-se os valores de NIDA e NIDN por 6,25 (FEROLLA

et al., 2008). A fração B3 da proteína foi obtida pela diferença entre a PIDN e a PIDA (SNIFFEN et al., 1992). A fração C foi o valor da PIDA (VAN SOEST et al., 1991). As frações protéicas A+B1+B2 foram estimadas pela diferença entre o teor de PB e a soma das frações B3 e C.

Foram aplicados os testes de Lilliefors e Bartlett para verificar normalidade e homocedasticidade, respectivamente. Para analisar a influência da fertilização e do sombreamento sobre os atributos produtivos da forragem foi realizada a análise de variância de acordo com o modelo estatístico a seguir:

$Y_{ijkm} = \mu + B_m + A_i + \ell_{im} + S_j + (AS)_{ij} + \alpha_{ijk} + E_k + (AE)_{ik} + (SE)_{jk} + (ASE)_{ijk} + \gamma_{ijkm}$, em que: Y_{ijkm} = observação da adubação i, no sombreamento j, da estação do ano k, no bloco m, μ = efeito médio geral, B_m = efeito do bloco m, sendo $m = 1, 2, 3$ e 4 ; A_i = efeito da adubação i, sendo $i = 0, 50, 70$ e 100 kg de N por aplicação; ℓ_{im} = efeito do erro aleatório atribuído à parcela da adubação i no bloco m; S_j = efeito do sombreamento j, sendo $j = 0, 47, 53$ e 66% de sombreamento; $(AS)_{ij}$ = efeito da interação adubação e sombreamento; α_{ijk} = erro aleatório atribuído à sub-parcela da adubação i, do sombreamento j do bloco m; $(AE)_{ik}$ = efeito da interação adubação e estação do ano; $(SE)_{jk}$ = efeito

da interação sombreamento e estação do ano; $(ASE)_{ijk}$ = efeito da interação entre adubação, sombreamento e estação do ano; γ_{ijkm} = erro aleatório atribuído à sub-subparcela da adubação i, no sombreamento j, estação do ano K do bloco m;

Foi realizada análise de regressão para doses de fertilização nitrogenada e sombreamento, considerando o ciclo anual da forrageira e o teste de SNK para comparação entre estações. A correlação de Pearson foi utilizada para estimativas das relações entre as variáveis avaliadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura do dossel não foi influenciada pelo sombreamento, mas somente pela estação e pela dose de N (Tabela 2). Não houve aumento da altura do pasto para compensar a menor luminosidade na porção basal do pasto, a elevação do pasto ocorreu pelas maiores quantidades de N e na maior umidade do solo (águas). Castro et al. (2009), observaram maior altura no pasto com maior percentual de sombreado (45%), apontado pelos autores como resultado da estratégia da planta para compensar a menor luminosidade, assim as plantas lançam folhas acima do dossel e melhoram a distribuição da radiação ao longo do dossel.

Tabela 2. Média de altura (cm) do dossel no capim-marandu em diferentes doses de nitrogênio nas estações seca e das águas

Dose N	Águas	Seca	Média
0	15,59	11,44	14,9
50	19,65	14,37	18,77
70	19,4	15,37	18,73
100	21,74	15,87	20,76
Média	19,09a	14,27b	18,29

Médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de SNK ($P < 0,05$)

A produção de matéria seca (PMS) média mensal foi de $138,65 \text{ g/m}^2/\text{corte}$, em seis cortes, superando os dados relatados por Brassard e Barcellos (2005), de que a PMS anual de pastagens de *Brachiaria* no cerrado, variou entre 200 a 400 g/m^2 . Houve efeito linear para PMS em função do sombreamento (Figura 1), onde um aumento de 20% no sombreamento reduz em 10% a produção. Já, Andrade et al. (2004) descrevem que o capim-marandu ajustou-se a modelos quadráticos, com as maiores taxas de acúmulo de MS verificadas entre 20 e 30% de sombreamento, justificado pelos autores redução do estresse hídrico. A correlação entre a PMS e a altura do dossel foi moderada e positiva ($r = 0,5804$).

Kallenbach et al. (2006) compararam a produção de *Lolium multiflorum* Lam. e *Secale cereale* L. com e sem influência de *Pinus rigida* Mill., concluíram que a forragem sombreada produziu em torno de 20% a menos de matéria seca em relação a que cresceu em área aberta. Enquanto que Reis et al. (2011) observaram mesma PMS entre áreas solteiras e consorciadas do capim-marandu com Ipê Felpudo (60% de sombreamento). Segundo Paciullo et al. (2009) sistemas silvipastoril com sombreamento moderado não reduz a capacidade de suporte do pasto e o desempenho animal, uma vez que, a proteção contra temperaturas extremas podem compensar a menor produção de forragem. A divergência entre

estes trabalhos e o atual estudo pode ser resultado pela fonte de sombreamento, pois a tela de náilon

reduz a intensidade da radiação, enquanto que o natural não altera a qualidade da luz.

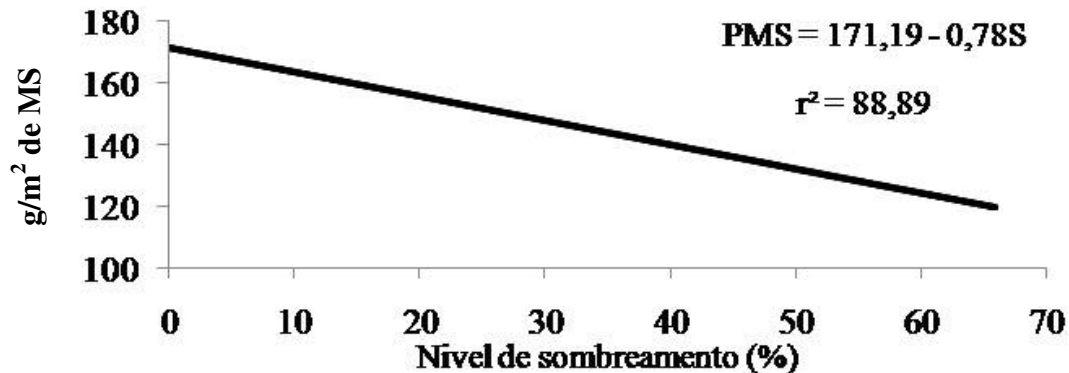


Figura 1. Produção de matéria seca (PMS) em função de percentuais crescentes de sombreamento

A adição de N teve efeito linear sobre a PMS, onde o acréscimo de 10 kg de N por aplicação acrescentou em 4,7 g/m² de MS (Figura 2). Johnson et al. (2001), trabalhando com Tifton 85, obtiveram um incremento da produção de forragem até 78 kg/ha/corte de N, doses acima não

representaram aumentos de produção. A aplicação de fertilizante nitrogenado aumentou a disponibilidade de matéria seca do sub-bosque de um sistema silvipastoril (BERNARDINO et al., 2011), elevando sua capacidade de suporte e o ganho de peso animal por unidade de área.

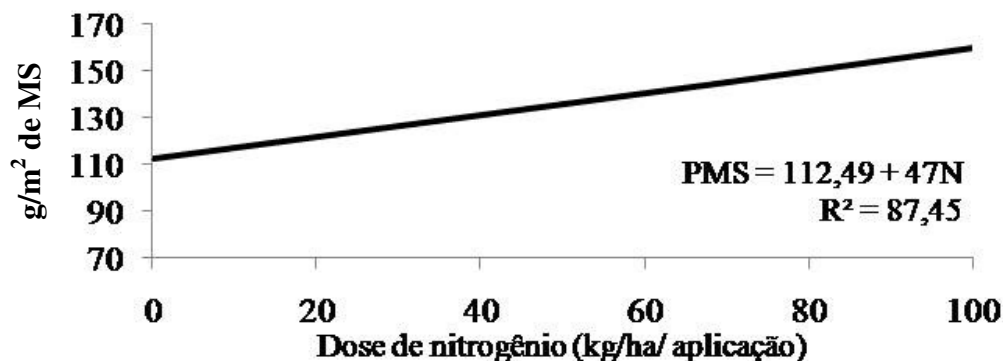


Figura 2. Produção de matéria seca (PMS) na estação seca em função de doses crescentes de nitrogênio

Os tratamentos com fertilização apresentaram médias superiores em relação ao que não recebeu ureia (Tabela 3) para a relação vivo:morto (V/M), na média das estações. A relação V/M pode ser representada pelo modelo Relação V/M = $6,79 + 0,27N - 0,0026N^2$ ($r^2 = 95$). A melhor relação foi obtida com a dose de 51,92 kg de N. Não houve efeito do sombreamento sobre a relação V/M. Este resultado foi consequência de não ter ocorrido variação na altura do dossel pelo sombreamento, pois segundo resultados de Castro et al. (1999) a massa de material morto mais que dobrou quando o sombreamento passou de 0 para 30%, causado pelo alongamento do colmo e consequente senescência das folhas basilares. Este processo e causa de redução na qualidade das

pastagens, observou-se uma correlação moderada e negativa para relação V/M com a PB ($r = -0,6909$) e positiva para FDN ($r = 0,5365$).

Na estação chuvosa a maior relação folha:colmo (F/C) foi consequência da maior produção de lâminas foliares em comparação ao componente colmo (Tabela 3). O sombreamento provocou efeito somente na estação seca ($F/C = 6,16 - 0,055S$; $r^2 = 98,42\%$). Este fato pode ter sido resultado da redução do déficit hídrico causado pelo sombreamento. Sousa et al. (2010) encontraram mesma resposta no capim-marandu sombreado por árvores de Aroeira no período de seca, 1,36 e 2,79 para monocultivo e SSP respectivamente. Segundo Lima (2006), a *Brachiaria decumbens* independente do percentual

de sombreamento em situações com limitada disponibilidade de nutrientes, apresenta maior razão folha:colmo. Em contrapartida, *Panicum*

maximum, ao receber maior aporte de fertilizantes aumenta a biomassa de colmo em função do maior crescimento.

Tabela 3. Atributos produtivos do capim-marandu em distintas condições de sombreamento e doses de nitrogênio nas estações seca e das águas

Dose N	Relação vivo/morto			Relação folha:colmo	
	Média	Águas	Seca	Águas	Seca
0	6,86	8,12	1,80	5,36	1,55
50	13,55	13,84	3,77	3,53	1,82
70	13,86	15,49	4,76	5,38	2,54
100	8,15	9,80	4,59	3,26	2,35
Média	-	11,81	3,73	4,40a	2,12b
CV (%)	39,17			41,02	

Médias seguidas de letras distintas nas linhas diferem entre si pelo teste de SNK ($p < 0,05$)

Não houve diferença significativa para o índice de área foliar (IAF) e o percentual de interceptação luminosa (IL) entre as estações, o que pode ter ocorrido devido à menor frequência de cortes na estação seca. Quando a interceptação da máxima quantidade de luz incidente chega a 95%, atinge-se o IAF denominado ótimo ou crítico, em pastagens situam-se normalmente entre 3,0 e 5,0. Nesse ponto a rebrotação dos pastos deve ser interrompida, com o intuito de alcançar maior produção de forragem com elevada proporção de folhas e baixa proporção de material morto, pois a diferença entre o crescimento e a senescência é máximo, permitindo maior acúmulo de forragem. Caso a IL for acima de 95% ou o IAF acima do crítico, as plantas iniciam o alongamento de colmos, responsável pelo sombreamento e

senescência de folhas basais, resultando em aumento na proporção de colmos e material morto na massa de forragem antes do pastejo (DIFANTE et al., 2009).

Os valores de IAF da forragem sombreada estiveram próximos ao IAF ideal (Tabela 4). Apenas na pastagem sem sombreamento o IAF foi superior a 5,0, a pleno sol seria necessário menor intervalo de pastejo para alcançar-se IAF abaixo de 5,0. Com o aumento do sombreamento houve redução no IAF. Segundo Paciullo et al. (2007) o aumento da luminosidade favorece o IAF, a produção de MS e a densidade de perfilhos. A morte de perfilhos em pastagens é influenciada por fatores como sombreamento, florescimento, pastejo severo, pisoteio, deposição de fezes e urina, e predação por insetos (LIMA, 2006).

Tabela 4. Média, ponto de máximo (MAX) ou mínimo (MIN) e estimativas de equações de regressão para índice de área foliar (IAF), interceptação luminosa (IL), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), matéria mineral (MM) e hemicelulose (HCEL) em função da estação do ano em pastagem de capim-marandu

Fator fixo	Variável	Média	Estimativa	MAX ou MIN	r ² (%)
-	IAF	4,47	$4,17 + 0,005N$	-	83,85
Águas	IAF	4,48	$5,37 - 0,02S$	-	98,12
Seca	IAF	4,41	$5,63 - 0,03S$	-	94,77
Seca	IL	0,97	$0,96 + 0,0002N - 0,000001N^2$	100	99,89
Seca	IL	0,97	$0,99 + 0,0002S - 0,00001S^2$	10	99,95
Águas	PB	15,77	$16,23 - 0,01S$	-	88,03
Seca	PB	15,88	$17,04 - 0,03S$	-	93,55
Águas	FDN	72,28	$72,03 + 0,01N - 0,00005N^2$	100	98,6
Seca	FDN	71,29	$70,76 + 0,02N - 0,00016N^2$	100	99,78
-	FDA	35,49	$37,75 - 0,19S + 0,002S^2$	47,5	99,83
-	MM	8,82	$9,11 - 0,12S$	-	98,16
Seca	HCEL	38,55	$36,25 - 0,08N + 0,002N^2$	20	99,38

IL em (% x 100), PMS em (g/m²/corte), PB, FDN, FDA, MM em %

Os valores médios de IL foram superiores ao limite ideal de 95%, (97%). O maior valor para

IL ocorreu na dose de N 100 kg/ha/aplicação de N e no sombreamento de 10% (Tabela 4). Logo, os

fatores sombreamento e dose de N devem ser considerados para ajustar a frequência de corte da forragem, pois, independente da estação, os valores de IAF e IL acompanharam o aumento da luminosidade e da dose de N. Estas variáveis tiveram correlação alta e positiva ($r = 0,9087$).

Apesar da luz não atuar diretamente na absorção de elementos minerais pelas plantas, afeta alguns processos biológicos como respiração, transpiração e fotossíntese, que alteram os teores dos nutrientes dos tecidos vegetais. O aumento do sombreamento levou à redução dos teores de matéria mineral (MM) (Tabela 4). A maior pluviosidade incrementou os teores de MM da forragem sombreada o que pode ser parcialmente explicado pela maior mineralização da matéria orgânica dos solos em SSP, durante a estação chuvosa do ano. Entretanto, o fato de as forrageiras sombreadas serem mais jovens fisiologicamente que as forrageiras a pleno sol, parece ser o principal motivo desse incremento, pois plantas mais jovens fisiologicamente têm maior atividade metabólica e consequentemente necessitam de mais nutrientes.

Não houve efeito do sombreamento sobre os teores de FDN. Estes resultados também foram obtidos por Lacerda et al. (2009) e Reis et al. (2011), em pastagens de *Andropogon* e *Marandu* com sombreamento natural. A ausência de efeito do sombreamento sobre a altura do dossel pode explicar estes resultados, pois a elevação do pasto ocasionaria aumento na fração dos componentes

estruturais da planta. Nas duas estações o valor máximo de FDN foi atingido com 100 kg/ha/aplicação de N (Tabela 4). Os teores de FDN acima de 55 a 65% a que influenciam negativamente o consumo voluntário (VAN SOEST, 1965), o que pode comprometer o desempenho animal. Normalmente estes valores são superados em forrageiras tropicais, principalmente em estágios avançado de maturação.

O menor teor de FDA foi aos 47,5% de sombreamento, porém esta foi mais elevada na estação chuvosa. A fertilização com N e o sombreamento favoreceram a redução dos teores de FDA (Tabelas 4 e 5). Sousa et al. (2010) encontraram resultado oposto, nas áreas sombreadas esses teores foram mais alto por causa do alongamento do colmo e maior altura do dossel nas áreas sombreadas. A divergência entre os resultados pode ser explicada pelas alturas utilizadas, os autores observaram alturas do dossel de 64 e 48,6 cm, para os sistemas silvipastoril e a pleno sol respectivamente. Para o capim-marandu chegar a esta altura é necessário um alongamento significativo do colmo, enquanto que aos 18,29 cm médios deste trabalho esse processo é muito reduzido. O mesmo motivo explica o maior teor de FDA na estação das águas (Tabela 2). As correlações da PMS com FDN e FDA foram negativas e moderadas.

Tabela 5. Composição química do capim-marandu em distintas condições de sombreamento e doses de nitrogênio

Dose N	FDN (%)	FDA (%)	CEL (%)	PB (%)
0	71,43	37,25	34,02	16,66
50	71,88	34,46	31,18	15,83
70	72,07	34,49	31,83	15,61
100	72,03	35,30	31,59	15,49
Somb.				
0	71,17	37,85	33,99	16,94
47	72,08	33,45	30,33	15,78
53	71,87	34,53	31,92	15,62
66	72,29	35,67	32,40	15,25

Fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB) e celulose (CEL)

Os teores de celulose e de lignina não foram influenciados pelos fatores de variação estudados. Segundo Lima (2006), não há um consenso sobre o efeito do sombreamento na concentração de lignina nas forrageiras, plantas cultivadas na sombra tendem a ter maior teor de lignina quando comparadas as sem restrição luminosa, porém plantas sombreadas possuem

menor idade fisiológica o que pode resultar em menores teores de lignina. Além da concentração é importante conhecer a composição da lignina (LIMA, 2006). Segundo Sousa et al. (2010), em condições de sombreamento natural o capim-marandu possui a lignina menos entremeada com a HCEL e a CEL. Nessa situação, a lignina possui uma maior proporção de siringaldeído, um

monômero que se complexa menos com a HCEL e a CEL que a vanilina, caracterizando assim com uma fibra de melhor qualidade nutritiva.

Os teores de PB reduziram com o aumento de sombreamento e de dose de N (Tabela 5). Este resultado diverge de vários trabalhos. Onde segundo Sousa et al. (2010) as gramíneas sombreadas apresentam maior teor de N e Moreira et al. (2009) destacam que maiores teores de PB nas plantas sombreadas estão ligados ao maior tamanho das células dessas plantas, o que resulta em maior conteúdo celular e, consequentemente, maiores teores de PB. A divergência entre os resultados pode ser causada pelo tipo de sombreamento, segundo Reis et al. (2011) o resultado do teor de PB 50% maior do que na forragem sombreada na forragem não-sombreada, foi atribuído ao maior teor de N no solo sob as árvores, como neste e no trabalho de Castro et al. (2009) o sombreamento foi artificial, não houve este incremento. De toda maneira, não houve interação significativa entre os fatores sombreamento e dose de N, mas somente desses fatores isoladamente com a estação do ano.

Quando ocorre aumento de PB no pasto em função da adubação nitrogenada, este não resulta

necessariamente em maior aporte de aminoácidos para o intestino delgado (VIEIRA et al., 2000). Assim é importante fracionar a PB, De acordo com Sniffen et al. (1992), o Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS), a proteína bruta é classificada em cinco frações: fração A é nitrogênio não protéico (NNP), prontamente solúvel, frações B1, B2 e B3, que são teores de proteína verdadeira com velocidades de degradação rápida, intermediária e lenta, respectivamente. A quinta fração, denominada C, é considerada indegradável.

Não houve diferença significativa entre as estações em relação aos teores de PIDN, porém para os níveis de fertilização e sombreamento a resposta foi quadrática, onde obtiveram os maiores valores com 66,67 kg/ha de N e com 75% de sombreamento. (Tabela 6). Sousa et al. (2010) constataram que o sombreamento aumentou o teor de NIDN em 14% sendo associado ao maior teor de PB. Balsalobre et al. (2003) estima que em torno de 50% da PB é constituída pela PIDN, neste trabalho observou-se um percentual médio próximo aos 40% e correlação moderada e negativa entre elas ($r = -0,4204$). Quanto maiores os valores da PB e PIDN, menor será a degradação da PB.

Tabela 6. Média, ponto de máximo (MAX) ou mínimo (MIM) e estimativas de equações de regressão para proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), frações A+B1+B2, B3 e C em função do sombreamento e doses de nitrogênio em pastagem de capim-marandu

Variável	Média	Estimativa	MAX ou MIN	r ² (%)
PIDN	6,11	$4,94+0,04N-0,0003N^2$	66,67	99,98
PIDN	6,13	$5,07+0,05S-0,0004S^2$	75	98,93
A+B1+B2	9,82	$11,72-0,06N+0,0004N^2$	75	99,85
A+B1+B2	9,78	$11,87-0,007S+0,0004S^2$	8,75	99,53
B3	3,05	$2,21+0,04N-0,0003N^2$	66,67	97,03
B3	3,07	$2,18+0,04S-0,0002S^2$	100	92,98
C	2,89	$2,68 + 0,004N^{ns}$	-	80,87
C	2,75	$2,63 + 0,002S^{ns}$	-	82,14

^{ns} Equação não significativa ($p>0,05$)

A soma das frações A+B1+B2, que representam as frações protéicas mais solúveis no rúmen, tiveram efeito quadrático em relação à variação de dose de N e de sombreamento. Onde os valores mínimos são observados com 75 kg/ha de N e 8,75% de sombreamento. Johnson et al., (2001) observaram resposta linear e positiva para as frações B1 e B2 em função da fertilização nitrogenada, com doses de 0 a 157 kg/ha/corte de N.

A fração B3 teve resposta quadrática para a fertilização e o sombreamento. A dose de N onde esta fração assume o maior valor e com 66,67 kg/ha de N. O escape de proteína do rúmen de é principalmente oriundo da fração B3, cuja

digestibilidade pós-ruminal é da ordem de 80% segundo Vieira et al. (2000). A solubilidade da proteína não é fator limitante em forragens, daí a importância de produzir forragem com alto teor de PB, o que pode ocorrer por meio de alta porcentagem de folhas, alta relação folha:colmo em plantas cultivadas em solo com boas condições de fertilidade e umidade (FEROLLA et al., 2008).

Não houve efeito das fontes de variações testadas sobre a fração C da proteína. A fração C ou a PIDA é constituída por proteínas associadas à LIG, complexos tânico-protéicos e produtos de Maillard, que não pode ser degradada no rúmen nem fornecem aminoácidos de absorção no intestino. A

ausência de efeito pode estar relacionada aos resultados obtidos para a FDA e a PB (JOHNSON et al., 2001), onde ambas variáveis foram influenciadas da mesma forma, mantendo constante a relação entre elas, confirmado pela correlação moderada entre estas variáveis ($r = 0,5253$). A secagem em estufa a temperaturas superiores a 55°C pode superestimar a C das amostras das forrageiras. Durante a estação chuvosa, Sousa et al. (2010) encontraram menores teores da fração C na forragem sombreada, os autores atribuíram o resultado a menor idade fisiológica. Nessa época o pasto teve menores teores de NIDN e NIDA influenciado pela diluição das quantidades mais elevadas de N.

O uso da tela como sombreamento artificial proporcionou a interceptação de parte da radiação fotossinteticamente ativa, porém não foi possível simular as mesmas condições oferecidas pelas árvores. Estudos em sistemas naturais são essenciais, pois revelam o comportamento fisiológico real. Entretanto, este é limitado pela impossibilidade de se isolar os vários fatores que

interferem no comportamento da planta (LIMA, 2006).

CONCLUSÕES

O acréscimo de nitrogênio e a redução do sombreamento resultam em acréscimo na produção de matéria seca.

Os fatores sombreamento e dose de N devem ser considerados para ajustar a frequência de corte da forragem, onde o primeiro aumenta e o segundo reduz o intervalo de entre pastejo.

O sombreamento artificial não altera a altura do dossel e por consequência o teor de FDN; porém, aliado a fertilização nitrogenada reduz a PB do capim-marandu, com a pior distribuição das frações protéicas entre os 65 e 75 kg/ha/aplicação.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG e ao CNPq pelo apoio financeiro concedido para realização desta pesquisa.

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the influence of nitrogen fertilization and artificial shading on yield and nutritive value of variables *Brachiaria brizantha*. Marandu. The pasture was subjected to four fertilizer levels (0, 50, 70 and 100 kg N per application) and four percentage shading (0, 47, 53 and 66%) through nylon screen. The dry matter production had linear response to nitrogen fertilization and shading, where shading and decreased with increased with doses of N. The mean values of leaf area index and light interception were higher than recommended in pasture management. Shading did not affect canopy height and NDF. The highest NDF were with 100 kg N and under ADF with 47.5% shading. The CP decreased linearly with the increase shading and levels of N. The production of Marandu palisadegrass responds positively to increased N and negatively to shading, while the quantity and quality of the protein decreases the action of both factors.

KEYWORDS: *Brachiaria brizantha*, Canopy. Light. Silvopastoral system.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, C. M. S.; GARCIA, R.; COUTO, L.; PEREIRA, O. G. Fatores limitantes ao crescimento do capim-tanzânia em um sistema agrossilvipastoril com eucalipto, na região dos Cerrados de Minas Gerais, **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 1178-1185, 2001.
- ANDRADE, C. M. S.; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. C.; VAZ, F. A. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 3, p. 263-270, 2004.
- BALSALOBRE, M. A. A.; CORSI, M.; SANTOS, P. M., PENATI, M. A.; DEMETRIO, C. G. B. Cinética da Degradação Ruminal do Capim Tanzânia Irrigado sob Três Níveis de Resíduo Pós-Pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1747-1762, 2003.
- BERNARDINO, F. S.; TONUCCI, R. G.; GARCIA, R.; NEVES, J. C. L.; ROCHA, G. C. Produção de forragem e desempenho de novilhos de corte em um sistema silvipastoril: efeito de doses de nitrogênio e oferta de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 7, p. 1412-1419, 2011.

BRASSARD, M.; BARCELLOS, A. O. Conversão do Cerrado em pastagens cultivadas e funcionamento de latossolos. **Cadernos de Ciência e tecnologia**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 153-168, 2005.

CASTRO, C. R. T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M. M. COUTO, L. Produção Forrageira de Gramíneas Cultivadas sob Luminosidade Reduzida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 5, p. 919-927, 1999.

CASTRO, C. R. T.; PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; MÜLLER, M. D.; NASCIMENTO JÚNIOR, E. R. Características Agronômicas, Massa de Forragem e Valor Nutritivo de *Brachiaria decumbens* em Sistema Silvopastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 60, p. 19-25, 2009.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS - CFSEMG. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5. ed. Lavras, 1999. 359 p.

DIAS-FILHO, M.B. Photosynthetic light response of the C₄ grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under shade. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 65-68, 2002.

DIFANTE, G. S.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V. P. B.; DA SILVA, S. C.; BARBOSA, R. A.; GONÇALVES, W. V. Sward structure and nutritive value of tanzania guineagrass subjected to rotational stocking managements. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 1, p. 9-19, 2009.

FEROLLA, F. S.; VÁSQUEZ, H. M.; SILVA, J. F. C.; VIANA, A.P.; DOMINGUES, F. N.; LISTA, F. N. Composição bromatológica e fracionamento de carboidratos e proteínas de aveia-preta e tritcale sob corte e pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 197-204, 2008.

JOHNSON, C. R.; REILING, B. A.; MISLEVY, P.; HALL, M. B. Effects of nitrogen fertilization and harvest date on yield, digestibility, fiber, and protein fractions of tropical grasses. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, n. 9, p. 2439-2448, 2001.

KALLENBACH, R. L.; KERLEY, BISHOP-HURLEY, G. J. Cumulative forage production, forage quality and livestock performance from a annual ryegrass and cereal rye mixture in a Pine-Walnut Silvopastoral. **Agroforestry Systems**, Cham, v. 66, p. 43-53, 2006.

LACERDA, M. S. B.; ALVES, A. A.; OLIVEIRA, M. E.; ROGÉRIO, M. C. P.; CARVALHO, T. B.; VERAS, V. S. Composição bromatológica e produtividade do capim-andropógon em diferentes idades de rebrota em sistema silvopastoril. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 31, n. 2, p. 123-129, 2009.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standartization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 57, n. 4, p. 347-358, 1996.

LIMA, D. P. Efeito da redução da intensidade luminosa sobre o crescimento, eficiência fotoquímica e qualidade da forragem em *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Panicum maximum* cv. Colômbio. 2006. 145 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) Curso de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

MOREIRA, G. R.; SALIBA, E. O. S.; MAURÍCIO, R. M.; SOUSA, L. F.; FIGUEIREDO, M. P.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ, N. M. Avaliação da *Brachiaria brizantha* cv. marandu em sistemas silvopastoris. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 61, n. 3, p. 706-713, 2009.

NEELY, C.; BUNNING, S.; WILKES, A. FAO, 2009. Review of evidence on drylands pastoral systems and climate change Implications and opportunities for mitigation and adaptation. Disponível em <<http://ftp.fao.org/docrep/fao/012/i1135e/i1135e00.pdf>> Acesso em: 05/01/10.

- 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**, Brasília, v. 42, n. 10, p. 573-579, 2007.
- PACIULLO, D. S. C.; LOPES, F. C. F.; MALAQUIAS JUNIOR, J. D.; VIANA FILHO, A.; RODRIGUEZ, N. M.; MORENZ, M. J. F.; AROEIRA, L. J. M. Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 11, p. 1528-1535, 2009.
- REIS, G. L.; LANA, A. M. Q.; MAURÍCIO, R. M.; BORGES, I.; MOREIRA, G. H. F. A.; LANA, R. M. Q.; SOUSA, L. F.; QUINZEIRO NETO, T. Influence of a silvopastoral system on forage parameters in the brazilian savanna. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v. 1, n. 1, p. 174-184, 2011.
- SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.
- SOUSA, L. F.; MAURÍCIO, R. M.; MOREIRA, G. R.; GONÇALVES, L. C.; BORGES, I.; PEREIRA, L. G. R. Nutritional evaluation of Braquiara grass in association with Aroeira trees in a silvopastoral system. **Agroforestry Systems**, Cham, v. 79, n. 2, p. 189-199, 2010.
- VAN SOEST, P. J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 24, p. 834-44, 1965.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods of the determination of FDN, FDA and CNE. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, p. 3583-3597, 1991.
- VIEIRA, R. A. M.; PEREIRA, J. C.; MALAFAIA, P. A. M.; QUEIROZ, A. C.; GONÇALVES, A. L. Fracionamento e Cinética de Degradação *In Vitro* dos Compostos Nitrogenados da Extrusa de Bovinos a Pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 880-888, 2000.