

Fracionamento de carboidratos e proteínas da *Brachiaria híbrida* 'Mulato II' sob adubação nitrogenada e regime de cortes

Leal, D.M.¹; França, A.F. de S.²; Oliveira, L.G.¹; Correa, D.S.¹; Arnhold, E.²; Ferreira, R.N.³; Bastos, D.C.⁴ e Brunes, L.C.^{4@}

¹Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Universidade Federal de Goiás. Goiânia. GO. Brasil.

²Departamento de Produção Animal. Universidade Federal de Goiás. Goiânia. GO. Brasil.

³Instituto de Ciências Biológicas. Universidade Federal de Goiás. Goiânia. GO. Brasil

⁴Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Escola de Veterinária de Zootecnia. Universidade Federal de Goiás. Goiânia. GO. Brasil.

RESUMO

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar o fracionamento de carboidratos e compostos nitrogenados *Brachiaria híbrida* 'Mulato II', sob regime de cortes e submetido a doses de nitrogênio. Utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado com arranjo fatorial 2 x 4 (2 alturas de corte x 4 doses de nitrogênio) com três repetições e parcelas subdivididas. Os tratamentos foram constituídos por quatro doses de N (0, 50, 100 e 150 kg/ha de N), com duas alturas de entrada (0,40 e 0,50 m). Ocorreram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre Carboidratos Totais (CT), entre as doses de N e entre as alturas de corte, sendo observadas interações significativas ($p < 0,05$) entre doses de N x alturas de corte, para doses superiores a 50 kg/ha. Para as frações de carboidratos, foram observadas diferenças estatísticas ($p < 0,05$) para as frações A + B1 e B2, não sendo encontradas diferenças para a fração C. Para as frações de compostos nitrogenados não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre as frações AP de proteínas, para nenhum dos tratamentos. A fração BP1+BP2 apresentou diferença ($p < 0,05$) entre doses de N apenas para a altura de 0,50 m. Foi observada diferença significativa ($p < 0,05$) entre doses de N e alturas de corte para as frações BP3 e CP. Recomenda-se a realização de adubação nitrogenada com o intuito de melhorar a qualidade da *Brachiaria híbrida* 'Mulato II'. Independente das doses utilizadas, o 'Mulato II', apresenta frações de carboidratos e de proteínas que o caracterizam como uma forrageira em potencial para ser utilizada na alimentação de ruminantes.

Fractions of carbohydrates and proteins from *Brachiaria híbrida* 'Mulato II' exposed to nitrogen doses and cutting regime

SUMMARY

The objective of this research was to evaluate the fractionation of carbohydrates and nitrogenous compounds from *Brachiaria híbrida* 'Mulato II', managed in cutting regime and exposed to nitrogen doses. A completely randomized split plot design with a 2 x 4 factorial (2 cutting heights x 4 nitrogen doses) with three replicates was used. Treatments consisted in four N levels (0, 50, 100 and 150 kg N/ha), and two entry heights (0.40 and 0.50 m). Significant differences ($p < 0.05$) in total carbohydrates (TC) levels, function to N doses and cutting heights, and significant ($p < 0.05$) interactions among N doses and cutting heights were observed when N dose above 50 kg/ha were used. Regarding to carbohydrate fractions, statistics differences ($p < 0.05$) in fractions A+B1 and B2 were observed; no differences for fraction C was seen. In nitrogenous compounds fractions, no significant differences ($p > 0.05$) among treatments' fraction AP were seen. The fraction BP1 + BP2 presented differences ($p < 0.05$) function to N only at 0.50 m height. Significant difference ($p < 0.05$) was observed among N rates and cutting heights in fractions BP3 and CP. The use of nitrogen fertilization in order to improve the quality of *Brachiaria híbrida* 'Mulato II' is recommended. Regardless of the doses, the cv. Mulato II features of carbohydrate and protein fractions that characterizes it as a potential forage for its use in ruminant feed.

PALAVRAS-CHAVE ADICIONAIS

Brachiaria híbrida cv. Mulato II.

Sistema de Fracionamento de Proteínas e Carboidratos de Cornell.

Compostos nitrogenados.

ADDITIONAL KEYWORDS

Cornell Net Carbohydrate and Protein System.

Hybrid *Brachiaria* cv. Mulato II.

Nitrogenous compounds.

INFORMACIÓN

Cronología del artículo.

Recibido/Received: 14.03.2016

Aceptado/Accepted: 14.11.2016

On-line: 15.04.2017

Correspondencia a los autores/Contact e-mail:

darwin.hernandez@unisucre.edu.co

INTRODUÇÃO

As pastagens possuem grande importância para atividade pecuária em todo o mundo. Isso ocorre por que as pastagens se apresentam como uma fonte de alimentos de baixo custo para animais herbívoros, possibilitando desta forma, eficiência na exploração da área disponível. O que se observa é que os sistemas

de criação de ruminantes tornam-se cada vez mais intensivos, com utilização de práticas produtivas específicas, resultando desta forma em melhores índices zootécnicos e, conseqüentemente, em um melhor produto final. No entanto, com a intensificação dos sistemas de produção, é necessário cuidado para que a produção animal não sofra limitações e garanta oferta

equilibrada de forragens com alta produção e bom valor nutritivo ao longo do ano.

Assim, a busca por novos cultivares que apresentem alto potencial produtivo, alta qualidade e flexibilidade de uso tornou-se constante. Como resultado, tem-se o surgimento de novos cultivares forrageiros, cujo o uso ótimo é desconhecido, por não apresentarem informações disponíveis acerca dos aspectos fisiológicos envolvidos na determinação de sua produtividade e de suas características qualitativas, bem como a maneira como esses aspectos respondem a diferentes estratégias de manejo (Nave, 2010).

A *Brachiaria híbrida* 'Mulato II' (CIAT 36087), obtida pelo cruzamento entre *Brachiaria ruziziensis* x *Brachiaria decumbens* x *Brachiaria brizantha*, foi selecionada por sua produtividade, vigor e alta qualidade, e apesar de já se encontrar em uso, ainda apresenta poucos dados científicos consistentes a respeito de seu desempenho em condições brasileiras. Entretanto, resultados iniciais indicam que esta forrageira apresenta um alto potencial produtivo (10 a 27 t ha⁻¹ ano⁻¹ de massa seca), além de bom valor nutritivo, medida por meio de avaliações bromatológicas realizadas na estação experimental do CIAT, em Santander de Quilichao, Colômbia (Argel *et al.*, 2007).

O valor nutritivo refere-se a uma série de características envolvendo, principalmente, os teores de proteína bruta, carboidrato e digestibilidade, que resultam em diferentes produtos do processo digestivo e, conseqüentemente, desempenho dos animais. Entretanto, não devem ser analisadas somente as alterações nos conteúdos da fibra e proteína, durante a avaliação do valor nutritivo da forragem, mas seu uso deve também ter a finalidade de predizer, com maior exatidão, os valores energéticos e proteicos da forragem (Clipes *et al.*, 2005) ou seja, o conhecimento das frações nitrogenadas e de carboidratos, visando identificar a disponibilidade desses nutrientes para os animais.

As plantas forrageiras tropicais representam a fonte primária de proteína para os ruminantes, desta forma, uma correta avaliação e caracterização das frações dos compostos nitrogenados contidos nestas são de extrema importância para a formulação de dietas nutricionalmente adequadas e mais econômicas. Isso possibilita alcançar níveis produtivos mais elevados, que visem maximizar a eficiência de utilização da energia e dos compostos nitrogenados pelos microrganismos e, conseqüentemente, a melhor predição do desempenho dos animais (Henriques *et al.*, 2007).

A introdução do Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS), conhecido como Sistema de Cornell, possibilitou a melhor compreensão das interações das frações dos alimentos (Sniffen *et al.*, 1992; Russel *et al.*, 1992). O CNCPS (Cornell Net Carbohydrate and Protein System) é um sistema com modelo matemático desenvolvido para avaliação de dieta e predição do desempenho do rebanho a partir dos princípios básicos de função ruminal, crescimento microbiano, fisiologia animal, digestão e fluxo dos

nutrientes. Este sistema simula ainda, a digestão, o metabolismo e o desempenho animal, incluindo ainda, características de manejo, condições climáticas e a caracterização dos alimentos e dos animais (Fox *et al.*, 2004).

Além do cultivar, o valor nutritivo da forragem pode ser afetado por diversos fatores fisiológicos, morfológicos e ambientais, tais como adubação e sistemas de pastejo. A adubação nitrogenada proporciona aumentos significativos na produtividade das plantas forrageiras, além de influenciar no valor nutritivo da forragem (Chagas e Botelho, 2005). O declínio no valor nutritivo associado ao aumento da idade normalmente é explicado como resultado do desenvolvimento da maturidade da planta. O avanço da idade da planta forrageira resulta em incrementos nos componentes da parede celular e queda nos teores de proteína bruta (Kollet *et al.*, 2006).

Neste contexto, objetivou-se determinar o fracionamento das proteínas e carboidratos da *Brachiaria híbrida* 'Mulato II' sob regime de cortes e submetido a doses de nitrogênio, nas condições do bioma Cerrado.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado nas dependências do Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária e Zootecnia, da Universidade Federal de Goiás (EVZ/UFG), Campus II, no município de Goiânia – GO, localizada na latitude S 16° 35' 00", longitude W 49° 16' 00" e altitude de 727 m.

Os dados meteorológicos foram monitorados, mensalmente durante a condução do experimento e mensurados pela estação evaporimétrica de primeira classe da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás (EAEA/UFG). O clima regional segundo a classificação de Koeppen (1948) e do tipo Aw (quente e semiúmido, com estações bem definidas, a seca, dos meses de maio a outubro e as águas, entre novembro e abril). Durante o período experimental a temperatura média anual de 23,2°C, a precipitação média foi de 1.759,9 mm e a estação chuvosa e caracterizada por baixa insolação.

O solo da área experimental é classificado em Latossolo Vermelho distrófico (Embrapa, 1999) e para fins de caracterização química e, posteriormente, correção dos atributos químicos do solo foram coletadas amostras na profundidade de 0,20 m. Em função dos resultados da análise de solo, foram realizadas as adubações fosfatadas (P₂O₅) e potássica (K₂O), de acordo com as recomendações de Vilela *et al.* (2000).

Os tratamentos foram constituídos por: um híbrido de *Brachiaria*, quatro doses de N (ureia) (0, 50, 100 e 150 kg/ha), com duas alturas de entrada (0,40 e 0,50 m). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial: 2 x 4 (2 alturas de corte x 4 doses de nitrogênio), com três repetições em parcelas subdivididas.

O modelo estatístico utilizado foi:

$$y_{jik} = \mu + \alpha_i + b_j + e_{ij} + \gamma_k + (\alpha\gamma)_{ik} + e_{ijk}$$

Em que:

y_{jik} = Observação no j-ésimo bloco, do i-ésimo nível de adubação e k-ésima altura de corte

μ = Média geral

α_i = Efeito atribuído i-ésimo nível de adubação

b_j = Efeito atribuído ao j-ésimo bloco

e_{ij} = Erro associado à parcela (ij)

γ_k = Efeito atribuído ao k-ésima altura

$(\alpha\gamma)_{ik}$ = Efeito da interação entre o nível de adubação e altura de corte

e_{ijk} = Erro associado à subparcela (ijk)

O experimento foi conduzido a partir de uma pastagem pré-estabelecida de *Brachiaria híbrida* 'Mulato II', após corte de uniformização realizado no dia 21 de novembro de 2012, realizou-se a adubação nitrogenada no dia 24 de novembro de 2012, e as avaliações foram realizadas entre os meses de dezembro de 2012 e abril de 2013. Foram alocadas na área experimental 12 parcelas de 5 x 2 metros (10 m²), divididas por sorteio em três repetições para cada dose de N (0, 50, 100 e 150 kg), e posteriormente subdivididas por sorteio em dois tratamentos (0,40 e 0,50 m) com espaçamento de um metro entre parcelas. Foram consideradas ainda, bordaduras de 0,50 m entre cada parcela e entre os dois tratamentos dentro da mesma parcela.

O parâmetro utilizado para a realização dos cortes foi a altura do dossel (0,40 m ou 0,50 m, conforme o tratamento). Obteve-se a altura média do dossel por meio de mensurações em três pontos da subparcela, com uma régua graduada em centímetros, tomando-se o comprimento do perfilho principal da base até a última folha (sem contar a inflorescência).

Todos os cortes foram realizados manualmente com tesoura de aço, utilizando-se o quadrado de ferro de um metro de lado, respeitando a intensidade de corte a 0,15 m da superfície do solo e excluindo-se as bordaduras. Após cada corte de avaliação, procedeu-se o rebaixamento da parcela com a utilização de roçadeira costal, observando-se a altura pré-estabelecida (0,15 m), retirando-se em seguida os resíduos. O material cortado foi coletado e acondicionado em sacos plásticos devidamente identificados e imediatamente transportado para o laboratório, onde se procedeu a pesagem da massa verde total.

Após pesado, o material foi subdividido em amostras de, aproximadamente, 500 g, que foram pesadas, e levadas à estufa de ventilação forçada (durante 72 h a 65 °C). Posteriormente, o material foi novamente pesado e submetido à moagem em moinho tipo Willey com peneira de 1 mm de diâmetro e, acondicionado em potes plásticos.

Os teores de matéria seca (MS), matéria mineral e proteína bruta (PB) foram determinados de acor-

do com a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). Enquanto os teores de extrato etéreo (EE) e lignina (LIG) seguiram a recomendação proposta por Van Soest (1994). As avaliações da fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina foram analisadas de acordo com método descrito por Van Soest e Robertson (1985). Os carboidratos totais (CT) foram determinados segundo a expressão:

$$CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$$

O fracionamento dos carboidratos que são classificados nas frações A+B1, B2 e C pela metodologia de Sniffen *et al.* (1992), através das seguintes expressões:

$$A+B1 = 100 - (C + B2)$$

$$B2 = FDNcp - C$$

$$C = \%LIG \times 2,4$$

As determinações de nitrogênio não proteico (NNP), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e em detergente ácido (NIDA) foram realizadas segundo Licitra *et al.* (1996), e o nitrogênio solúvel (NS) de acordo com Krishnamoorthy *et al.* (1982).

As frações de proteínas foram calculadas pelo sistema *Cornell Net Carbohydrate and Protein System* (CN-CPS) (Sniffen *et al.*, 1992). A proteína foi analisada e calculada para as cinco frações, ou seja, fração AP, BP1, BP2, BP3 e CP em porcentagem da PB.

A fração AP, constituída de compostos nitrogenados não proteicos (NNP) foi determinada pela diferença entre o N total e o N insolúvel em ácido tricloracético (TCA) conforme a seguinte fórmula:

$$AP (\%Nt) = \frac{Nt - N1}{Nt} \times 100$$

Em que:

Nt = nitrogênio total da amostra

N1 = teor de nitrogênio insolúvel em ácido tricloracético

A fração BP1 referente às proteínas solúveis rapidamente degradadas no rúmen foi obtida pela diferença entre o nitrogênio solúvel em tampão borato fosfato (TBF) menos o NNP e calculada pela seguinte fórmula:

$$BP1 (\%Nt) = \frac{N1 - N2}{Nt} \times 100$$

Em que:

N2 = nitrogênio insolúvel em tampão borato fosfato

A fração BP2 e BP3, constituídas pelas proteínas insolúveis com taxa de degradação intermediária e lenta no rúmen foram determinadas pela diferença entre a fração insolúvel em TBF e a fração do NIDN e, a NIDN menos o NIDA, respectivamente. As fórmulas para calcular o valor da BP2 e BP3 utilizados, respectivamente:

$$BP2 (\%Nt) = \frac{N2 - NIDN}{Nt} \times 100$$

$$BP3 (\% Nt) = \frac{NIDN - NIDA}{Nt} \times 100$$

A fração CP, constituída de proteínas insolúveis e indigestíveis no rúmen e intestinos foi determinada pelo conteúdo de nitrogênio residual da amostra após ser tratada com detergente ácido (NIDA) e expresso em percentagem do Nt da amostra. Os valores de PIDA e de PIDN foram calculados multiplicando-se os valores de NIDA e NIDN por 6,25.

Os resultados foram submetidos a análise de variância com auxílio do software R (R Core Team, 2010). Para verificar a significância das diferenças entre as médias dos tratamentos, foi aplicado o teste Tukey a 5% de significância. Os dados de fracionamento de carboidratos e compostos nitrogenados foram ajustados através de análise de regressão testando os modelos lineares e quadráticos em função das doses de N aplicadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) para CT, entre as doses de N e entre as alturas de corte, conforme apresentado na **tabela I**, sendo que, independente da dose de N utilizada, as áreas manejadas com a maior altura de corte (0,50 m) foram as que apresentaram maior teor de CT. A importância dos carboidratos na dieta de ruminantes se baseia na atuação destes como fonte de energia para os animais, por ser uma biomolécula de maior ocorrência na natureza e representar a principal reserva de energia nas plantas. Sua variação média é de 50% a 80% da composição das plantas que constituem a fonte primária de energia para os ruminantes (Van Soest, 1994). Nesta pesquisa, os teores de CT encontrados variaram entre 75,84% e 79,89%, estando, portanto, dentro da faixa preconizada pelo referido autor.

Para as duas alturas de corte, observa-se que o tratamento controle apresentou o maior valor de CT, sendo 78,84% e 79,89%, para as alturas de 0,40 e 0,50 m, respectivamente. Essa diferença pode ser possivelmente em função da menor concentração no teor de PB. Os teores de CT apresentando redução linear ($p < 0,05$), na medida em que se elevaram as doses de N, para as duas alturas de corte (**figura 1**).

Segundo Van Soest (1994), o aumento nas concentrações de N, promovem a redução dos teores de carboidratos solúveis e, até mesmo, da parede celular, pois as proteínas são produzidas a partir dos carboidratos, e aumentos em componentes nitrogenados requerem, em termos compensatórios, uma redução dos componentes não nitrogenados. Observa-se, portanto, que a adubação nitrogenada em plantas forrageiras reduz o teor de CT, provavelmente por promover aumento nos teores de proteína bruta na matéria seca. Desta forma, como afirmam Brennecke *et al.* (2011), visto que essa fração depende diretamente do teor de proteína bruta,

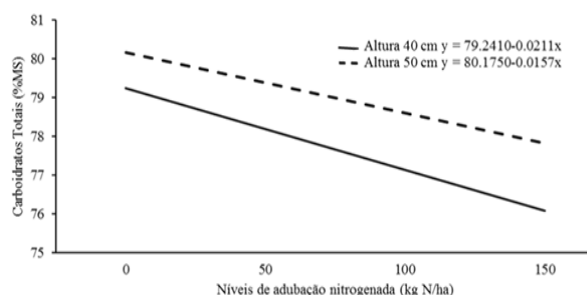


Figura 1. Estimativa dos teores de carboidratos totais (CT) da planta inteira da *Brachiaria* híbrida cv. Mulato II submetida a doses de nitrogênio, manejados em diferentes alturas de corte (Estimate of total carbohydrates (TC) of the whole plant of *Brachiaria* hybrid cv. Mulato II subjected to nitrogen, handled at different cutting heights). MS: Matéria Seca

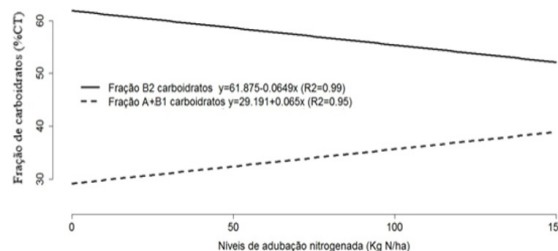


Figura 2. Estimativa dos teores das frações A + B1 e B2 dos carboidratos da planta inteira da *Brachiaria* híbrida 'Mulato II' submetida a doses de nitrogênio, manejados em diferentes alturas de corte (Estimates of fractions A + B1 and B2 of the whole plant carbohydrates from *Brachiaria* híbrida 'Mulato II' subjected to nitrogen, handled at different cutting heights). CT: carboidratos totais; R²: Coeficiente determinativo.

Tabela I. Valores médios de carboidratos totais (CT) em % da planta inteira da *Brachiaria* híbrida 'Mulato II' submetida a doses de nitrogênio, manejados em diferentes alturas de corte (Mean values of Total Carbohydrates (TC) in % of the whole plant of *Brachiaria* híbrida 'Mulato II' subjected to nitrogen, handled at different cutting heights).

| Alturas de Corte | (CT) (%) | | | | Média | CV (%) |
|------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------|
| | Doses de N (kg/ha) | | | | | |
| | 0 | 50 | 100 | 150 | | |
| 0,40 m | 78,84 ^{Ba} | 78,75 ^{Ba} | 77,21 ^{Bb} | 75,84 ^{Bc} | 77,66 ^B | 1,84 |
| 0,50 m | 79,89 ^{Aa} | 79,79 ^{Aa} | 78,66 ^{Ab} | 77,65 ^{Ac} | 79,00 ^A | 1,34 |
| Média | 79,37 ^a | 79,27 ^a | 77,93 ^b | 76,74 ^c | 78,33 | - |

Letras minúsculas distintas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Letras maiúsculas distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

CV: Coeficiente de variação.

irá depender também da idade da planta, bem como do manejo adotado.

Em relação as frações de carboidratos, foram observadas diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$) para as frações A + B1 e B2, não sendo encontradas diferenças para a fração C (Tabela II). Para a fração A + B1, na altura de 0,40 m, houve diferença entre as doses de N aplicadas, exceto entre o tratamento controle e a dose de 50 kg/ha, que se equivaleram. Para a mesma fração na altura de 0,50 m, houve diferença para todos os tratamentos, com aumento linear para as frações A + B1 em resposta ao aumento das doses de N (Figura 2).

Os valores observados nesta pesquisa estão condizentes com os encontrados por Campos *et al.* (2010), que ao avaliarem o fracionamento de carboidratos de diversas gramíneas tropicais, observaram valores até 40,30% nas frações A+B1, entre as espécies do gênero *Brachiaria*. Avaliando o fracionamento de carboidratos de *Brachiaria híbrida* 'Mulato II' em ciclos de pastejo, Brennecke (2007) observou valores entre 16,10% a 25,54% para as frações A+B1, os quais se encontram abaixo dos valores observados nesta pesquisa. No entanto, valores mais elevados desta fração são desejáveis porque, segundo Carvalho *et al.* (2007), alimentos com elevada proporção da fração A+B1, são considerados boas fontes de energia para o crescimento de microrganismos que utilizam CNF. Sendo esta, uma vantagem apresentada pela *Brachiaria híbrida* 'Mulato II' comparada a outros cultivares, tais como o 'Marandu'.

O aumento das frações A+B1 resultou em efeito linear decrescente da fração B2 (Figura 2), que é constituída pelos carboidratos fibrosos potencialmente digestíveis. Os valores observados nesta pesquisa se encontram próximos dos observados por Campos *et al.* (2010) para espécies do gênero *Brachiaria*, variando entre 38,07% e 66,28%.

Os capins tanzânia, marandu e tifton 85 foram avaliados por Velasquez *et al.* (2010), com a aplicação de 60 kg de N a cada corte. Estes autores verificaram que aos 35 dias de crescimento vegetativo, a fração B2, foi de

68,26%. Brennecke (2007) observou valores de 60,84% a 70,88% para esta fração, variando de acordo com a idade de corte. Contudo, em comparação a fração A+B1, valores menores da fração B2 são desejáveis visto que a fibra disponível que escapa da digestão do rúmen é apenas parcialmente digestível pelo intestino (Teixeira, 1998).

A fração C, composta pelos constituintes indigestíveis da parede celular não foi influenciada pela adubação nitrogenada, nem pelas alturas de corte. Os valores encontrados nesta pesquisa estão abaixo dos valores médios observados por Brennecke (2007), para *Brachiaria brizantha*, que foi de 14,04%. Entretanto valores mais baixos são desejáveis para esta fração, por ser considerada totalmente indisponível para os ruminantes, endossando a utilização do *Brachiaria híbrida* 'Mulato II' como fonte de alimento para ruminantes.

Não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre as frações AP de proteínas, para nenhum dos tratamentos (Tabela III). O fracionamento dos compostos nitrogenados do cultivar avaliado demonstrou alta proporção de frações solúveis na PB, apresentando média de 42,11% para a fração AP. Essa fração é constituída de nitrogênio não proteico (NNP) que é de alta digestibilidade, e segundo Russel *et al.* (1992) é fundamental para o bom funcionamento ruminal, uma vez que os microorganismos ruminais, fermentadores de carboidratos estruturais, utilizam amônia como fonte de nitrogênio.

Os resultados obtidos indicam que as aplicações de nitrogênio, assim como a modificação na altura de manejo, não influenciaram no acúmulo de aminoácidos livres e peptídeos presentes na forrageira. Sá *et al.* (2010) também não observaram diferenças nos teores da fração AP com a variação nas alturas de corte, encontrando, no entanto, valores mais baixos do que os obtidos nesta pesquisa, (25,7%; 26,0% e 21,5%) para os capins tifton 85, marandu e tanzânia, respectivamente. Os valores encontrados nesta pesquisa podem ser considerados satisfatórios, e estão próximos aos

Tabela II. Valores médios das frações de carboidratos: A+B1, B2 e C, da planta inteira da *Brachiaria híbrida* 'Mulato II' submetida a doses de nitrogênio, manejados em diferentes alturas de corte (Mean values of carbohydrates fractions A + B1, B2 and C, the whole plant of *Brachiaria híbrida* 'Mulato II' subjected to nitrogen, handled at different cutting heights).

| Frações | Alturas de Corte | Doses de N (kg/ha) | | | | Média | CV% |
|---------|------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------|
| | | 0 | 50 | 100 | 150 | | |
| A + B1 | 0,40 m | 30,37 ^{Ac} | 32,30 ^{Ac} | 37,39 ^{Ab} | 43,97 ^{Aa} | 36,01 ^A | 16,88 |
| | 0,50 m | 28,60 ^{Ad} | 31,26 ^{Ac} | 34,89 ^{Bb} | 40,43 ^{Ba} | 33,79 ^B | 15,15 |
| | Média | 29,49 ^d | 31,78 ^c | 36,14 ^b | 42,20 ^a | 34,90 | - |
| B2 | 0,40 m | 60,44 ^{Aa} | 58,66 ^{Aa} | 54,16 ^{ab} | 47,16 ^{Bc} | 55,11 ^B | 10,74 |
| | 0,50 m | 62,91 ^{Aa} | 59,54 ^{Ab} | 56,03 ^{Ac} | 50,70 ^{Ad} | 57,29 ^A | 9,11 |
| | Média | 61,67 ^a | 59,10 ^b | 55,19 ^c | 48,93 ^d | 56,20 | - |
| C | 0,40 m | 9,19 | 9,05 | 8,47 | 9,00 | 8,93 | 3,53 |
| | 0,50 m | 8,53 | 9,21 | 9,03 | 8,72 | 8,87 | 3,44 |
| | Média | 8,86 | 9,13 | 8,75 | 8,86 | 8,90 | - |

Letras minúsculas distintas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Letras maiúsculas distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

CV: Coeficiente de variação

Tabela III. Frações dos compostos nitrogenados (% proteína bruta) obtidas pelo sistema *Cornell Net Carbohydrate and Protein System*, da planta inteira da *Brachiaria híbrida* 'Mulato II' submetida a doses de nitrogênio, manejados em diferentes alturas de corte (Fractions of nitrogenous compounds (% CP) obtained by *Cornell Net Carbohydrate and Protein System*, the whole plant of *Brachiaria híbrida* 'Mulato II' subjected to nitrogen, handled at different cutting heights).

| Frações | Alturas de corte | Doses de N (kg/ha) | | | | Média | CV% |
|-----------|------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|------|
| | | 0 | 50 | 100 | 150 | | |
| AP | 0,40 m | 41,82 | 42,16 | 41,95 | 42,09 | 42,01 | 0,36 |
| | 0,50 m | 42,21 | 41,73 | 42,47 | 42,46 | 42,22 | 0,82 |
| | Média | 42,02 | 41,95 | 42,21 | 42,28 | 42,11 | - |
| BP1 + BP2 | 0,40 m | 45,58 ^a | 46,69 ^a | 47,08 ^a | 47,26 ^a | 46,40 ^A | 2,12 |
| | 0,50 m | 43,66 ^b | 44,57 ^{ab} | 45,09 ^{ab} | 46,27 ^a | 44,90 ^B | 2,31 |
| | Média | 44,62 ^b | 45,63 ^{ab} | 46,08 ^a | 46,76 ^a | 45,69 | - |
| BP3 | 0,40 m | 8,98 ^{Ba} | 8,88 ^{Ba} | 7,94 ^{Bb} | 7,26 ^{Bc} | 8,27 ^B | 9,9 |
| | 0,50 m | 10,15 ^{Aa} | 9,83 ^{Ab} | 8,91 ^{Ac} | 8,19 ^{Ad} | 9,27 ^A | 9,6 |
| | Média | 9,56 ^a | 9,36 ^b | 8,43 ^c | 7,73 ^d | 8,77 | - |
| CP | 0,40 m | 3,53 ^{Ba} | 3,49 ^{Ba} | 3,12 ^{Bb} | 2,85 ^{Bc} | 3,25 ^B | 9,94 |
| | 0,50 m | 3,99 ^{Aa} | 3,86 ^{Ab} | 3,50 ^{Ac} | 3,22 ^{Ad} | 3,64 ^A | 9,60 |
| | Média | 3,76 ^a | 3,68 ^b | 3,31 ^c | 3,03 ^d | 3,45 | - |

Letras minúsculas distintas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Letras maiúsculas distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

CV: Coeficiente de variação

teores médios obtidos por Brennecke *et al.* (2011) para *Brachiaria brizantha*, que foi de 47%.

As frações BP1+BP2 apresentaram diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre doses de N apenas para a altura de 0,50 m (**tabela III**), apesar de não ser observado interação significativa ($p > 0,05$). Os teores das frações BP1+BP2 da proteína apresentaram regressão linear ($p < 0,05$) em função da adubação nitrogenada (**figura 3**). Segundo Sniffen *et al.* (1992), a fração BP1 + BP2, por apresentar rápida taxa de degradação ruminal em relação à fração BP3, tende a ser extensivamente degradada no rúmen, contribuindo para o atendimento dos requisitos de nitrogênio dos microrganismos ruminais. Entretanto, a rápida proteólise no rúmen dessas frações pode levar ao acúmulo de peptídeos e permitir o seu escape para os intestinos, uma vez que a utilização de peptídeos é considerada limitante à degradação de proteínas.

Esses resultados podem ser considerados satisfatórios e próximos aos encontrados em outras pesquisas. Sá *et al.* (2010), encontraram valores entre 39,4% e 53,8% para capim-marandu, enquanto os valores observados por Brennecke (2007), para as frações BP1 e BP2 para amostra de pastejo simulado da *Brachiaria brizantha* foram de 16% e 24,5% da PB, ou seja, esses valores somados são de 40,5% para as frações BP1+BP2 da PB.

Para a fração BP3, houve diferença ($p < 0,05$) entre doses de N aplicadas, entre as alturas de corte, bem como interação dose x altura (**tabela III**). O teor da fração BP3 da proteína apresentou regressão linear ($p < 0,05$) em função da adubação nitrogenada (**Figura 3**). Para a altura de 0,40 m, o tratamento controle foi semelhante à dose de 50 kg/ha, porém sendo diferente dos demais tratamentos. Para a altura de 0,50 m,

todas as doses apresentaram diferenças significativa ($p < 0,05$).

A fração BP3, apesar de ser considerada proteína verdadeira, apresenta lenta taxa de degradação, sendo representada pelas proteínas de ligação da parede celular que são digeridas principalmente nos intestinos e desta forma assume importância para alimentos volumosos, como as plantas forrageiras (Krishnamoorthy *et al.*, 1982).

Apesar dos valores encontrados nesta pesquisa para a fração BP3, estarem próximos dos encontrados por Brennecke (2007), que obteve média de 10% para essa fração em *Brachiaria brizantha*, os valores encontrados são inferiores aos relatados por Sá *et al.* (2010), que encontraram média de 16,0% para *Brachiaria híbrida* 'Mulato II'.

Para a fração CP, tanto as doses de N, quanto as alturas de corte influenciaram em seus teores, havendo interação entre esses fatores (**Tabela III**). O teor da fração CP da proteína apresentou regressão linear ($p < 0,05$) em função da adubação nitrogenada (**Figura 3**). Ocorreu ainda um aumento da porcentagem da fração CP com o aumento da altura de corte.

A fração CP corresponde ao nitrogênio indisponível, sendo constituída de proteínas e compostos nitrogenados associados à lignina, aos taninos e aos produtos de Maillard, que são altamente resistentes ao ataque microbiano, e à degradação (Sniffen *et al.*, 1992; Van Soest, 1994). No entanto, Brennecke *et al.* (2011) sugerem que o NIDA não é totalmente indigestível, apontando digestibilidade da ordem de 30% para forragens.

Os valores encontrados para a fração CP variaram entre 3,53% e 2,85% na altura de 0,40 m e 3,99% e 3,22% para a altura de 0,50 m, sendo ambos os

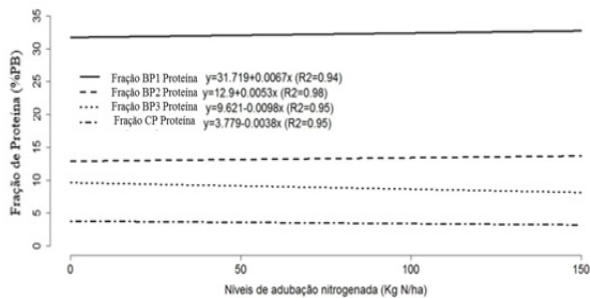


Figura 3. Estimativa dos teores das frações BP1, BP2, BP3 e CP dos compostos nitrogenados da planta inteira da *Brachiaria híbrida* 'Mulato II' submetida a doses de nitrogênio, manejados em diferentes alturas de corte (Estimates of the levels of fractions BP1, BP2, BP3 and CP nitrogen compounds of the entire plant *Brachiaria híbrida* 'Mulato II' subjected to nitrogen, handled at different cutting heights). PB: Proteína bruta R²: Coeficiente determinativo.

valores para as doses de 0 e 150 kg/ha de N, respectivamente. Estes resultados são inferiores aos obtidos por Sá et al. (2010) para capim-marandu, que foram da ordem de 9,7% a 12,95%. Entretanto, os resultados obtidos não estão muito distantes da faixa de 5% a 15% relatados por Van Soest (1994) para o N total das forragens que se encontram ligados à lignina.

Com o aumento das doses de N aplicadas, os teores da fração CP diminuíram para as duas alturas de corte. O efeito obtido na presente pesquisa, pode estar em concordância com o que sugerem Henriques *et al.* (2007), que com o aumento da taxa de crescimento dos perfilhos, a gramínea pode apresentar efeito de diluição na composição da fração CP, em função do aumento da produção de matéria seca obtidos pela adubação nitrogenada.

O aumento da altura de corte proporcionou um aumento do teor da fração CP. Segundo Brennecke *et al.* (2011), a porcentagem resultante da fração CP, constata tendência de aumento com o avanço da idade da planta forrageira, o que de fato é comprovado por resultados semelhantes encontrados pelos autores Campos *et al.* (2010) e Velasquez *et al.* (2010).

Os menores teores observados para as frações menos digestíveis (BP3 e CP) podem ser explicados pela menor ligação da proteína à fibra, em decorrência da adubação nitrogenada associada ao manejo adequado, quanto à altura de corte, possibilitando que maiores proporções de proteína verdadeira estivessem disponíveis para os microorganismos ruminais (Fração BP1 e BP2).

CONCLUSÕES

A adubação nitrogenada reduziu o teor de carboidratos totais do *Brachiaria híbrida* 'Mulato II', em ambas alturas de corte. Para as frações de carboidratos, a adubação nitrogenada e as alturas de corte promoveram aumento nas frações A+B1 e redução da fração B2. Para as frações nitrogenadas, houve influência das doses de N e das alturas nas frações

BP1+BP2, BP3 e CP. Recomenda-se a realização de adubação nitrogenada com o intuito de melhorar a qualidade da *Brachiaria híbrida* 'Mulato II'. Independentemente das doses utilizadas, o *Brachiaria híbrida* 'Mulato II', apresenta frações de carboidratos e de proteínas que o caracterizam como uma forrageira em potencial para ser utilizada na alimentação de ruminantes.

AGRADECIMENTOS

À agência de fomento: FAPEG, pelo auxílio financeiro para a execução deste trabalho, e à Dow Agrosiences pelo fornecimento das sementes.

BIBLIOGRAFIA

- Argel, P.J.; Miles, J.W.; Guiot, J.D.Y. e Lascano, C.E. 2007. Cultivar Mulato II (*Brachiaria* híbrido CIAT 36087): Gramínea de alta qualidade e produção forrageira, resistente às cigarrinhas e adaptada aos solos tropicais ácidos. Centro de Agricultura Tropical (CIAT). Cali. Boletim. 22 pp.
- Brennecke, K. 2007. Fracionamento de carboidratos e proteínas e a predição da proteína bruta e suas frações e das fibras em detergente neutro e ácido de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu por uma rede neural artificial. Tese (Doutorado). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. USP. Pirassununga. Brasil.
- Brennecke, K.; Tech, A.R.B.; Arce, A.I.C.; Luz, P.H.C.; Herling, V.R. e Costa, E.J.X. 2011. Predição dos fracionamentos de proteínas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu utilizando RNA. *Arch Zootec*, 60: 1271-1279.
- Campos, P.R. de S.S.; Silva, J.F.C.; Vásquez, H.M.; Vittori, A. and Silva, M. de A. 2010. Fractions of carbohydrates and of nitrogenous compounds of tropical grasses at different cutting ages. *Rev Bras Zootec*, 39: 1538-1547.
- Carvalho, G.G.P.; Garcia, R.; Pires, A.J.V.; Pereira, O. G.; Fernandes, F.E.P.; Obeid, J.A. e Carvalho, B.M.A. 2007. Fracionamento de carboidratos de silagem de capim-elefante emurchecido ou com farelo de cacau. *Rev Bras Zootec*, 36: 1000-1005.
- Chagas, L.A. de C. e Botelho, S.M.M. 2005. Teor de proteína bruta e produção de massa seca do capim braquiária sob doses de nitrogênio. *Biosci J*, 21: 35-40.
- Clipes, R.C.; Silva, J.F.; Detmann, E.; Vasquez, H.M.; Scolforo, L. e Lombardi, C.T. 2005. Avaliação de métodos de amostragem em pastagens de capim-Elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) e Mombaça (*Panicum maximum*, Jacq) sob pastejo rotacionado. *Arq Bras Med Vet Zootec*, 57: 120-127.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). 1999. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Embrapa Solos. Rio de Janeiro. 412 pp.
- Fox, D.G.; Tedeschi, L.O.; Tylutki, T.P.; Russel, J.B.; Van Amburgh, M.E.; Chase, L.E.; Pell, A.N. and Overton, T.R. 2004. The Cornell net carbohydrate and protein system model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. *Anim Feed Sci Tech*, 112: 29-78.
- Henriques, L.T.; Silva, J.F.C.; Detmann, E.; Vasquez, H.M. e Pereira, O.G. 2007. Frações dos compostos nitrogenados de quatro gramíneas tropicais em diferentes idades de corte e doses de adubação nitrogenada. *Arq Bras Med Vet Zootec*, 59: 740-748.
- Koeppen, W. 1948. Climatologia Tradicional. Traduzido para o Espanhol por Pedro Henchiehs Perez. Fondo de Cultura Económica. México.
- Kollet, J.L.; Diogo, J.M.S. e Leite, G.G. 2006. Rendimento forrageiro e composição bromatológica de variedades de milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR.). *Rev Bras Zootec*, 35: 1308-1315.
- Krishnamoorthy, U.; Muscato, T.V.; Sniffen, C.J. and Van Soest, P.J. 1982. Nitrogen fraction in selected feedstuffs. *J Dairy Sci*, 65: 217-225.
- Licitra, G.; Hernandez, T.M. and Van Soest, P.J. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. *Anim Feed Sci Technol*, 57: 347-358.

- Nave, R.L.G.; Pedreira, C.G.S. and Pedreira, B.C.E. 2010. Nutritive value and physical characteristics of *Xaraes* palisadegrass as affected by grazing strategy. *S African J Anim Sci*, 102: 285-293.
- R Development Core Team. 2010. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org>.
- Russell, J.B.; O'connor, J.D.; Fox, D.G.; Van Soest, P.J. and Sniffen, C.J. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. I. Ruminal fermentation. *J Anim Sci*, 70: 3351-3561.
- Sá, J.F.; Pedreira, M.S.; Silva, F.F.; Bonomo, P.; Figueiredo, M.P.; Menezes, D.R. e Almeida, T.B. 2010. Fracionamento de carboidratos e proteínas de gramíneas tropicais cortadas em três idades. *Arq Bras Med Vet Zootec*, 62: 667-676.
- Silva, D.J. e Queiroz, A.C. 2002. Análise de alimentos – Métodos químicos e biológicos. 3.ed. UFV. Viçosa. 235 pp.
- Sniffen, C.J.; O'connor, J.D.; Van Soest, P.J.; Fox, D.G. and Russel, J.B. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J Anim Sci*, 70: 3562-3577.
- Teixeira, J.C. 1998. Nutrição de ruminantes. Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão. Lavras. 238 pp.
- Van Soest, P.J. and Robertson, J.B. 1985. Analysis of forages and fibrous foods. Cornell University. Ithaca. 202 pp.
- Van Soest, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Cornell University Press. New York. 476 pp.
- Velasquéz, P.A.T.; Berchielli, T.T.; Reis, R.A.; Rivera, A.R.; Dian, P.H.M. e Teixeira, I.A.M.A. 2010. Composição química, fracionamento de carboidratos e proteínas e digestibilidade *in vitro* de forrageiras tropicais em diferentes idades de corte. *Rev Bras Zootecn*, 39: 1206-1213.
- Vilela, L.; Soares, W.V.; Sousa, D.M.G. de e Macedo, M.C.M. 2000. Calagem e adubação para pastagens na região do Cerrado. 2.ed. Embrapa Cerrados. Planaltina. Circular técnica n° 37. 15 pp.