

Caracterização das Frações que Constituem as Proteínas e os Carboidratos, e Respectivas Taxas de Digestão, do Feno de Capim-Tifton 85 de Diferentes Idades de Rebrotas¹

Karina Guimarães Ribeiro², Odilon Gomes Pereira³, Sebastião de Campos Valadares Filho³, Rasmão Garcia³, Luciano da Silva Cabral⁴

RESUMO - Avaliaram-se a composição bromatológica, as frações da proteína bruta (A, B1, B2, B3 e C) e dos carboidratos totais (A, B1, B2 e C) e as respectivas taxas de digestão das frações B1, B2 e B3 de proteínas e das frações A + B1 e B2 de carboidratos e do feno de capim-tifton 85, obtido de plantas colhidas com 28, 35, 42 e 56 dias de rebrota, adubadas com 75 kg/ha/corte de N. Os teores protéicos dos fenos com idades de rebrota de 28 a 56 dias variaram de 17,58 a 12,58%. Os valores das frações protéicas A, B1, B2, B3 e C apresentaram-se, respectivamente, entre 22,10 e 35,53%; 0,24 e 4,55%; 30,37 e 31,34%; 26,55 e 36,62%; e 5,75 e 6,76%, como proporções da proteína bruta total, nos fenos com idades de rebrota entre 28 e 56 dias. As taxas de digestão das frações protéicas B1, B2 e B3 encontraram-se entre 0,319 e 1,324; 0,0724 e 0,0936; e 0,0077 e 0,012 h⁻¹, respectivamente, nos fenos com idades de rebrota entre 28 e 56 dias. Os teores de carboidratos totais variaram de 72,98 a 78,77%, em fenos com 28 a 56 dias de rebrota. Os valores das frações A, B1, B2 e C de carboidratos apresentaram-se entre 2,73 e 5,44%; 1,91 e 2,35%; 77,49 e 80,59%; e 13,59 e 17,87%, respectivamente, como proporções dos carboidratos totais, em fenos com idades entre 28 e 56 dias de rebrota. As taxas de digestão das frações de carboidratos A + B1 e B2 encontraram-se entre 0,181 e 0,20 e 0,04 e 0,0466 h⁻¹, respectivamente, em fenos com idades entre 28 e 56 dias de rebrota.

Palavras-chave: açúcares, amido, compostos nitrogenados, fibra em detergente neutro, lignina

Characterization of the Protein and the Carbohydrate Fractions, and the respective Degradation Rates of Tifton 85 Bermudagrass Hay at Different Regrowth Ages

ABSTRACT - The chemical composition, crude protein fractions (A, B1, B2, B3 and C) and total carbohydrate fractions (A, B1, B2 and C), and respective degradation rate of B1, B2 and B3 protein fractions and A + B1 and B2 carbohydrate fractions of Tifton 85 bermudagrass hay from plants harvested with 28, 35, 42 and 56 days of regrowth, fertilized with 75 kg/ha/cut of N, were evaluated. The protein content of hays from 28 to 56 days of regrowth ranged from 17.58 to 12.58%. The values of A, B1, B2, B3 and C protein fractions presented between 22.1 and 35.53%; 0.24 and 4.55%; 30.37 and 31.34%; 26.55 and 36.62%, and, 5.75 and 6.76%, respectively, as a percentage of the total crude protein, in the hays with ages between 28 and 56 days of regrowth. The degradation rate of B1, B2 and B3 protein fractions presented between 0.319 and 1.324; 0.0724 and 0.0936, and, 0.0077 and 0.012 h⁻¹, respectively, in the hays with ages between 28 and 56 days of regrowth. The total carbohydrates content ranged from 72.98 to 78.77%, for the hays with 28 to 56 days of age. The values of A, B1, B2 and C carbohydrate fractions presented between 2.73 and 5.44%; 1.91 and 2.35%; 77.49 and 80.59%, and, 13.59 and 17.87%, as a percentage of total carbohydrates, in hays with ages between 28 and 56 days of regrowth. The degradation rate of the A + B1 and B2 carbohydrate fractions presented between 0.181 and 0.20, and 0.04 and 0.0466 h⁻¹, in hays with ages between 28 and 56 days of regrowth, respectively.

Key Words: lignin, neutral detergent fiber, nitrogen compounds, starch, sugars

Introdução

As plantas forrageiras, sob suas diferentes formas de utilização, constituem o principal componente da dieta de ruminantes. O sistema de Weende foi amplamente utilizado, durante aproximadamente um

século, na quantificação da proteína e energia disponíveis nos alimentos. Atualmente, um novo sistema tem sido utilizado, o CNCPS (The Cornell Net Carbohydrate and Protein System), o qual avalia as frações protéicas e de carboidratos dos alimentos e utiliza equações que estimam a digestão e a passagem

¹ Parte da tese de Doutorado do primeiro autor, parcialmente financiada pela FAPEMIG (CAG 2316/96).

² Professora da FESURV, Rio Verde - GO. Campus Universitário, Cx. Postal 104, Cep 75901-970, Rio Verde, GO. E-mail : karina@fesurv.br

³ Professor do DZO/UFV Viçosa - MG. Bolsista do CNPq. E-mail: odilon@ufv.br

⁴ Estudante de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFV.

dessas frações, considerando a dinâmica da fermentação ruminal (SNIFFEN et al., 1992; RUSSEL et al., 1992; e FOX et al., 1992).

O CNCPS baseia-se na classificação dos microorganismos ruminais em fermentadores de carboidratos estruturais e de carboidratos não-estruturais (CNE). As bactérias que fermentam carboidratos estruturais utilizam amônia como fonte de N e aquelas que fermentam CNE utilizam amônia, peptídeos e aminoácidos. Em diferentes proporções, o N-aminoacídico alcançando os intestinos é de origem microbiana, o que significa que a eficiência do crescimento microbiano pode ter efeito pronunciado sobre o desempenho do animal (RUSSELL et al., 1992). Segundo NOCEK e RUSSELL (1988), a taxa de digestão do alimento no rúmen e, particularmente, o sincronismo entre a taxa de digestão das proteínas e dos carboidratos podem ter importante efeito sobre os produtos finais da fermentação e, conseqüentemente, sobre a produção animal.

Os alimentos utilizados na alimentação de ruminantes devem ser fracionados para adequada caracterização dos mesmos. A determinação das frações da proteína e dos carboidratos e a cinética ruminal, de alguns alimentos para ruminantes, foram realizadas por MALAFAIA et al. (1997, 1998), que verificaram para o capim-tifton 85, colhido com aproximadamente 60 dias de idade, contendo 10,22% de proteína bruta e 79,63% de carboidratos totais, proporções de 17,38; 2,54, 36,18; 26,95; e 16,95%, para as frações protéicas A, B1, B2, B3 e C, como porcentagem da PB total, e 5,5; 74,4; e 20,2%, para as frações de carboidratos A + B1, B2 e C, como porcentagem do teor de CHOS totais, respectivamente. As taxas de digestão das frações protéicas B1, B2 e B3 encontradas foram 1,913; 0,0129; e 0,0015 h⁻¹, respectivamente.

Na avaliação das frações protéicas e de carboidratos, de alimentos volumosos e concentrados, CABRAL et al. (1999 a, b) verificaram proporções das frações protéicas A, B1, B2, B3 e C de 12,38 e 26,84; 9,17 e 4,03; 29,37 e 23,50; 40,82 e 34,23; e 8,26 e 11,40%, como porcentagem da PB total, para o capim-tifton 85 colhido ao atingir 30 (14,67%PB) e 50 cm (9,96%PB) de altura, respectivamente, adubado com 133 kg/ha/corte de N. As taxas de digestão das frações B1, B2 e B3 foram 0,616 e 1,22; 0,0165 e 0,0326; e 0,0049 e 0,0087 h⁻¹, para as plantas colhidas com 30 e 50 cm de altura, respectivamente. Esses autores também encontraram proporções das frações de CHOS, A + B1 (solúveis em detergente neutro - SDN), B2 e C, de 14,67 e 11,87; 68,73 e

68,76; e 16,60 e 19,37%, como porcentagem dos CHOS totais, para o capim-tifton 85 colhido com 30 (78,12%CHOS) e 50 cm (81,47%CHOS) de altura, respectivamente. As taxas de digestão das frações SDN e B2 de CHOS foram 0,195 e 0,275 e 0,0384 e 0,0473 h⁻¹, para as plantas colhidas com 30 e 50 cm de altura, respectivamente.

Análises das frações nitrogenadas e de carboidratos deveriam fazer parte da rotina laboratorial, por serem simples, não onerosas, e permitirem avaliação mais correta dos alimentos (MALAFAIA et al., 1997, 1998), pois os dados resultantes permitem a utilização do CNCPS para melhor estimativa do desempenho animal, por proporcionarem o melhor atendimento do sincronismo da fermentação de proteínas e de CHOS no rúmen.

Objetivou-se, com este trabalho, determinar o fracionamento de proteínas e de carboidratos e a obtenção das taxas de digestão das respectivas frações de proteínas e carboidratos, em fenos de capim-tifton 85, obtidos de plantas colhidas com 28, 35, 42 e 56 dias de rebrota.

Material e Métodos

Estudaram-se as frações protéicas e de carboidratos, em amostras de fenos de capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*) de 28, 35, 42 e 56 dias de rebrota, produzido no município de Tupaciguara, na Região do Triângulo Mineiro, de janeiro a março de 1997, após receberem adubação com 75 kg/ha de N, na forma de sulfato de amônio, e 60 kg/ha de K₂O, como cloreto de potássio.

As amostras de feno foram moídas, em moinho Wiley, utilizando-se peneira com granulometria de 1 mm e, a seguir, foram acondicionadas em recipientes, para posteriores análises de MS, MO, MM, PB, EE, FDA e FDN, segundo técnicas descritas por SILVA (1990). Os carboidratos não-estruturais (CNE) foram obtidos pela fórmula CNE (%MS) = 100 - FDN_n - PB - MM - EE (VAN SOEST et al., 1991), em que FDN_n consiste na FDN isenta de cinzas e proteína.

A proteína bruta foi analisada para cinco frações: A, constituída de compostos nitrogenados não-protéicos; B1, por proteínas solúveis, rapidamente degradadas no rúmen; proteínas insolúveis, com taxa de degradação intermediária (B2) e lenta (B3) no rúmen; e fração C, constituída de proteínas insolúveis, indigeríveis no rúmen e nos intestinos. Quanto aos carboidratos totais, a fração A corresponde à fração solúvel, constituída de açúcares de rápida

degradação no rúmen. A fração B1 é composta basicamente por amido e pectina; a fração B2, com taxa de degradação ruminal mais lenta, à porção digerível da parede celular; e a fração C, à porção indigerível da parede celular (SNIFFEN et al., 1992).

As frações protéicas foram obtidas conforme metodologias descritas por LICITRA et al. (1996). A fração A foi determinada a partir do tratamento de 0,5 g de amostra com 50 mL de água, por 30 minutos, adicionando-se, em seguida, 10 mL de ácido tricloroacético (TCA) por mais 30 minutos. A seguir, procedeu-se à filtragem da amostra, utilizando-se papel-filtro Wathman 54, dosando-se o N residual pelo método kjeldahl. A fração A foi determinada pela diferença entre o teor de N total e o N insolúvel em TCA.

ON solúvel total foi obtido incubando-se 0,5 g de amostra com 50 mL de tampão borato-fosfato (TBF) e 1 mL de azida sódica a 10%. Após três horas de incubação, a amostra foi filtrada e o resíduo, analisado para N insolúvel em TBF. O N solúvel em TBF foi determinado pela diferença entre o teor de N total e o N insolúvel em TBF. A fração B1, por sua vez, foi determinada pela diferença entre o teor de N solúvel em TBF e o N solúvel em TCA.

O nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e o nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) foram dosados nos resíduos de FDN e FDA, respectivamente. A fração B3 foi obtida pela diferença entre o NIDN e o NIDA. A fração C constitui o NIDA e a fração B2 foi determinada pela diferença entre o N insolúvel em TBF e o NIDN. Os teores protéicos foram obtidos pela multiplicação dos teores de N pelo fator 6,25.

As frações de carboidratos foram obtidas utilizando-se as equações propostas por SNIFFEN et al. (1992):

$$C (\%CHOS) = 100 * [FDNcp (\%MS) * 0,01 * LIGNINA (\%FDNcp) * 2,4] / CHOS (\%MS), \text{ em que } CHOS (\%MS) = 100 - PB (\%MS) - EE (\%MS) - MM (\%MS);$$

$$B2 (\%CHOS) = 100 * [FDNc (\%MS) - PIDN (\%PB) * 0,01 * PB (\%MS) - FDNcp (\%MS) * 0,01 * LIGNINA (\%FDNcp) * 2,4] / CHOS (\%MS),$$

em que FDNc é fibra em detergente neutro isenta de cinzas;

$$B1 (\%CHOS) = AMIDO (\%CNE) * [100 - B2 (\%CHOS) - C (\%CHOS)] / 100,$$

em que %CNE é valor na base da MS;

$$A (\%CHOS) = [100 - AMIDO (\%CNE)] * [100 - B2 (\%CHOS) - C (\%CHOS)] / 100,$$

em que %CNE é valor na base da MS.

Os teores de açúcares totais e de amido foram determinados por reação com antrona, conforme metodologias descritas, respectivamente, por HODGE e HOFREITER (1962) e McCREADY et al. (1950), modificado por PATEL (1970).

As taxas de degradação ruminal das frações protéicas B1, B2 e B3 foram obtidas via incubação das amostras *in vitro*, a 39°C, em meio anaeróbico, com enzimas comerciais bacterianas de *Streptomyces griseus*, da Sigma, segundo metodologia de KRISHNAMOORTHY et al. (1983).

As taxas de digestão das frações A + B1 e B2 de carboidratos foram obtidas segundo metodologia de SCHOFIELD et al. (1994), com algumas modificações, descritas por CABRAL et al. (1999a).

Resultados e Discussão

Na Tabela 1 é apresentada a composição bromatológica dos fenos de capim-tifton 85, em diferentes idades de rebrota. Das variáveis apresentadas, algumas variaram consistentemente com a idade do feno, outras não. Assim, os teores de matéria mineral apresentaram-se entre 7,27 e 8,09%. Os teores de PB variaram de 17,58 a 12,58%, com o avanço da idade do feno de 28 a 56 dias. Os teores de EE nas amostras dos três fenos mais jovens variaram de 1,35 a 1,47%, enquanto, na amostra de feno com 56 dias, registrou-se valor de 0,73%.

Os teores de CHOS, FDN, FDNc e FDNcp variaram de 72,98 a 78,77%; de 76,82 a 81,26%; de 74,58 a 79,27%; e de 67,29 a 75,12%, respectivamente, nos fenos com 28 a 56 dias de rebrota. Ressalta-se que os valores encontrados para a FDN, excluindo-se as cinzas e proteínas incrustadas, foram de 6 a 10 unidades percentuais mais baixas que os valores da FDN sem esta correção. Os teores de CNE variaram, consistentemente, de 5,69 a 3,65% com o avanço da idade do feno de 28 a 56 dias. Os teores de FDA e lignina variaram, respectivamente, de 34,52 a 39,83% e de 4,13 a 5,87%, com o avanço da idade do feno de 28 a 56 dias. O aumento das frações que constituem a parede celular, em detrimento dos carboidratos não-estruturais, com o avanço da idade fisiológica da planta, é bem descrito por VAN SOEST (1994).

Constam da Tabela 2 as frações de proteína (A, B1, B2, B3 e C) e as taxas de digestão das frações protéicas B1, B2 e B3 do feno de capim-tifton 85 de diferentes idades de rebrota. Verifica-se que a proporção de nitrogênio não-protéico (NNP), representada pela fração A, foi próxima nos três fenos de

Tabela 1 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOS), fibra em detergente neutro (FDN), FDN isenta de cinzas (FDNc), FDN isenta de cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não-estruturais (CNE), amido, açúcares, fibra em detergente ácido (FDA) e lignina do feno de capim-tifton 85, em diferentes idades de rebrota

Table 1 - Mean contents of dry matter (DM), ash, crude protein (CP), ether extract (EE), total carbohydrates (TC), neutral detergent fiber (NDF), ash free NDF (NDFa), ash and protein free NDF (NDFap), nonstructural carbohydrates (NSC), starch, sugars, acid detergent fiber (ADF) and lignin (L) from the tifton 85 bermudagrass hay at different regrowth ages

Item	Idade de rebrota (dias) Regrowth age (days)			
	28	35	42	56
MS (%)	84,52	86,27	85,96	85,06
DM (%)				
MM ¹	8,09	7,67	7,27	7,92
Ash ¹				
PB ¹	17,58	16,47	15,08	12,58
CP ¹				
EE ¹	1,35	1,45	1,47	0,73
TC ¹				
CHO ¹	72,98	74,41	76,18	78,77
FDN ¹	76,82	80,47	80,99	81,26
NDF ¹				
FDNc ¹	74,58	77,34	78,47	79,27
NDFa ¹				
FDNcp ¹	67,29	70,29	72,17	75,12
NDFap ¹				
CNE ¹	5,69	4,12	4,01	3,65
NSC ¹				
Amido ¹	1,72	1,51	1,59	1,50
Starch ¹				
Açúcares ¹	3,95	3,01	2,49	3,06
Sugars ¹				
FDA ¹	34,52	35,25	37,40	39,83
ADF ¹				
Lignina ¹	4,13	4,30	4,96	5,87
Lignin ¹				

¹ % na MS (% in dry matter basis).

idades mais jovens, com valores entre 22,1 e 25,13%, enquanto no feno de 56 dias essa porção foi 35,53%, valor até 11,58 unidades percentuais superior ao valor médio dos outros fenos. A proporção de proteínas solúveis, rapidamente degradáveis no rúmen (B1), foi próxima entre os fenos de 28 e 42 dias (2,56 e 2,72%), enquanto o feno com 35 dias apresentou mais alta proporção da fração B1 (4,55%). Por outro lado, o feno de 56 dias, que revelou o mais alto valor da fração A, apresentou somente 0,24% para a fração B1.

Quanto mais elevados os valores das frações protéicas A e B1, e suas taxas de digestão, maior a

necessidade de suprimento de carboidratos de rápida degradação, para adequado sincronismo de fermentação de carboidratos e proteínas no rúmen. Assim, verifica-se que o somatório dessas frações apresentou-se entre 26,65 e 35,77% da PB total, nos fenos de diferentes idades de rebrota, aproximando-se do valor registrado para o feno de alfafa (32,67%), no estudo de CABRAL et al. (1999b).

A proporção de proteína insolúvel, com taxa de degradação intermediária (B2), foi próxima entre os fenos, variando de 30,37 a 31,34%. Já a porção de proteína insolúvel, com taxa de degradação lenta (B3), foi próxima entre os fenos mais jovens, com valores entre 35,02 e 36,62%, enquanto no feno de 56 dias de idade foi 26,55%, valor até 10,07 unidades percentuais inferior ao dos outros três fenos.

A proporção de proteínas insolúveis não digeríveis no rúmen e intestinos (fração C) variou de 5,75 a 6,76%. O aumento da indisponibilidade de parte da proteína bruta constitui um dos efeitos mais negativos do avanço da idade fisiológica da planta, sob o ponto de vista nutricional, entretanto, segundo VAN SOEST (1994), 5 a 15% do N total das forragens encontra-se ligado à lignina, totalmente indisponível, estando os valores encontrados, para os fenos de capim-tifton 85, com 28 a 56 dias de rebrota, no limite inferior dessa faixa.

CABRAL et al. (1999b) verificaram mais altas frações A e C e mais baixas frações B1, B2 e B3, para o capim-tifton 85 com 50 cm de altura do que com 30 cm. O comportamento observado para as frações protéicas, entre os fenos com idades extremas, foi semelhante ao observado por CABRAL et al. (1999b), exceto para a fração B2, cujos valores foram bem próximos, no presente experimento.

As taxas de digestão das frações protéicas são importantes para o atendimento dos requerimentos dos microorganismos ruminais, para adequado crescimento, e influenciam o escape de proteína aos intestinos. Assim, no presente trabalho, observou-se que as taxas de digestão se encontraram entre 0,319 e 1,324; 0,0724 e 0,0936; e 0,0077 e 0,012 h⁻¹, respectivamente, para as frações protéicas B1, B2 e B3, nos fenos entre 28 e 56 dias de idade. Taxas de digestão elevadas para a fração protéica B1 de plantas de capim-tifton 85 também foram obtidas por MALAFAIA et al. (1997) e CABRAL et al. (1999b), as quais variaram de 0,616 a 1,913 h⁻¹, enquanto as taxas de digestão das frações B2 e B3 variaram de 0,0129 a 0,0326 h⁻¹ e de 0,0015 a 0,0087 h⁻¹, respectivamente.

CABRAL et al. (1999b) observaram mais altas

Tabela 2 - Valores médios para as frações protéicas (A, B1, B2, B3 e C) e taxas de digestão das frações B1, B2, B3 do feno de capim-tifton 85, de diferentes idades de rebrota

Table 2 - Mean values of protein fractions (A, B1, B2, B3 and C) and digestion rates of B1, B2 and B3 fractions of the tifton 85 bermudagrass hay at different regrowth ages

	Idade de rebrota (dias) Regrowth age (days)			
	28	35	42	56
	Fração protéica (%PB) Protein fraction (% of CP)			
A	24,63 (43,3) ¹	22,10 (36,4)	25,13 (37,9)	35,53 (44,7)
B1	2,56 (4,5)	4,55 (7,5)	2,72 (4,1)	0,24 (0,3)
B2	31,34 (55,1)	30,48 (50,2)	30,37 (45,8)	31,24 (39,3)
B3	35,72 (62,8)	36,62 (60,3)	35,02 (52,8)	26,55 (33,4)
C	5,75 (10,1)	6,25 (10,3)	6,76 (10,2)	6,44 (8,1)
	Taxa de digestão (h ⁻¹) Digestion rate (h ⁻¹)			
B1	1,2150	1,3240	0,3190	1,2900
B2	0,0815	0,0936	0,0757	0,0724
B3	0,0120	0,0097	0,0081	0,0077

¹ Dados entre parênteses correspondem aos valores em g PB/kg MS.¹ Values in parenthesis are expressed in g CP/kg DM.

taxas de digestão das frações B1, B2 e B3, em plantas de capim-tifton 85 com 50 cm do que com 30 cm de altura. No presente trabalho, os valores obtidos para as taxas de digestão das frações protéicas B1 e B2 encontraram-se próximos nos fenos de diferentes idades de rebrota, exceto pelo valor da fração B1 do feno com 42 dias de rebrota, enquanto os valores obtidos para a fração B3 tenderam à redução, variando de 0,012 a 0,0077 h⁻¹, em fenos de 28 a 56 dias de rebrota.

Alimentos com altas proporções das frações protéicas A e B1, com as respectivas taxas de digestão elevadas, podem ocasionar maiores perdas de amônia, quando não suplementados com fontes de carboidratos de rápida degradação ruminal. Necessita-se, assim, de bom sincronismo na fermentação de proteínas e carboidratos, para eficiente síntese microbiana no rúmen e conseqüente melhoria no desempenho animal (NOCEK e RUSSELL, 1988). A fração protéica B3, por constituir aproximadamente 1/3 da proteína bruta dos fenos e apresentar taxas de digestão mais baixas, conseqüentemente apresentará maior escape aos intestinos.

Com relação às frações de carboidratos, verificou-se maior consistência dos dados em relação à idade de rebrota dos fenos (Tabela 3). Assim, a proporção de açúcares de rápida degradação no rúmen (A) variou de 5,44 a 2,73%, com o aumento da idade dos fenos de 28 a 56 dias, enquanto a fração B1, contendo principalmente amido, apresentou valores

entre 1,91% (feno de 56 dias) e 2,35% (feno de 28 dias). Os valores das frações A + B1 (%CHOS) encontram-se dentro da faixa determinada para gramíneas por MALAFAIA et al. (1998), a qual variou de 0,74 a 11,62% da proporção de carboidratos.

Durante sua vida produtiva, a planta sintetiza açúcares, cujos excedentes, não utilizados para manutenção e crescimento, são então depositados na forma de amido, o qual poderá sofrer o processo reverso, até açúcares, em situações em que a quantidade sintetizada pela planta é menor do que suas necessidades. Plantas em desenvolvimento, por necessitarem de sustentação para os órgãos em crescimento, têm suas porções de parede celular elevadas, em detrimento dos carboidratos não-estruturais (VAN SOEST, 1994). Isto explicaria as mais baixas proporções das frações A e B1 para o feno cujas plantas foram colhidas com 56 dias de idade.

Os valores das frações A + B1 (%CHOS), calculados pela diferença entre 100 e as frações B2 e B3 (%CHOS) foram 7,79; 5,54; 5,26; e 4,64%, para fenos com 28, 35, 42 e 56 dias de rebrota, respectivamente. Assim, verifica-se que os valores de açúcares + amido (%CHOS), 7,77; 6,08; 5,36; e 5,78%, obtidos via análise laboratorial, para fenos com as respectivas idades, encontram-se superestimados em até 20% no feno de 56 dias de rebrota. Entretanto, os valores do somatório das frações A + B1 (%CHOS), calculados segundo as equações de SNIFFEN et al.

Tabela 3 - Valores médios para as frações de carboidratos (A, B1, B2 e C) e taxas de digestão das frações A + B1 e B2 do feno de capim-tifton 85, de diferentes idades de rebrota (28, 35, 42 e 56 dias)

Table 3 - Mean values of carbohydrate fractions (A, B1, B2 and C) and digestion rates of A+B1 and B2 fractions of the tifton 85 bermudagrass hay at different regrowth ages

	Idade de rebrota (dias) Regrowth age (days)			
	28	35	42	56
	Fração de carboidratos(%) Carbohydrate fraction(%)			
A	5,44 (39,7)	3,51 (26,1)	3,17(24,1)	2,73 (21,5)
B1	2,35 (17,1)	2,03 (15,1)	2,09 (15,9)	1,91 (15,0)
B2	78,62 (573,3)	80,59 (599,7)	79,12 (602,7)	77,49 (610,4)
C	13,59 (99,2)	13,87 (103,7)	15,62 (119,0)	17,87 (140,8)
	Taxa de digestão (h ⁻¹) Digestion rate (h ⁻¹)			
A + B1	0,1810	0,1900	0,2000	0,1950
B2	0,0466	0,0455	0,0450	0,0400

¹ Dados entre parênteses correspondem aos valores em g CHOS/kg MS.

¹ Values in parenthesis are expressed in g CHOS/kg DM.

(1992), são semelhantes aos obtidos pela fórmula CNE (%MS) = 100 - (PB + EE + FDN_{cp} + MM) (VAN SOEST et al., 1991), quando expressos em relação à proporção de CHOS totais do feno de capim-tifton 85.

Os polissacarídeos que não o amido (NSP), calculados segundo a fórmula de VAN SOEST et al. (1991): NSP (%MS) = CNE (%MS) - açúcares (%MS) - amido (%MS), revelaram valores de 0,02; -0,4; -0,07; e -0,91, para fenos com 28, 35, 42 e 56 dias de rebrota, respectivamente, cujos valores negativos poderiam ser atribuídos à subestimativa dos valores de CNE e, ou, superestimativas dos valores de açúcares e amido, na análise laboratorial. De fato, PASSOS (1998) mencionou que existem controvérsias relativas à determinação analítica de CNE em forrageiras, devido à baixa repetibilidade dos resultados.

Com relação à proporção de carboidratos digeríveis da parede celular (B2), verifica-se que os valores foram bem próximos nos fenos de diferentes idades, entre 78,62 e 80,59%, perfazendo a grande totalidade dos carboidratos, estando a sua disponibilidade no rúmen associada à taxa de digestão nesse local. Alimentos volumosos, com mais altos teores de FDN, possuem maior proporção da fração B2 de CHOS, que, por fornecer energia mais lentamente no rúmen, pode afetar a eficiência de síntese microbiana e o desempenho animal. Além disso, o consumo pode ser limitado pela elevada fração indigerível (fração C) dessas forragens, como relataram MALAFAIA et al. (1998) e CABRAL et al. (1999a). Assim, a forragem deve ser suplementada com fontes energéticas de

rápida disponibilidade no rúmen, quando não apresentar limitação protéica, em quantidade e qualidade.

A porção indigerível da parede celular (fração C) variou de 13,59 a 17,87% da proporção de CHOS totais, em fenos com 28 a 56 dias de rebrota. Assim, constata-se tendência de aumento da proporção indigerível da parede celular, constituída basicamente de lignina, com o avanço da idade do feno, outro efeito negativo do ponto de vista nutricional. CABRAL et al. (1999a) também observaram que o capim-tifton 85, com 50 cm de altura, apresentou mais alta proporção de parede celular indigerível (fração C), do que com 30 cm de altura (19,37 x 16,6%). MALAFAIA et al. (1998) observaram valores entre 15,84 e 25,2%, para a fração C, em gramíneas, e ressaltaram que esta fração está relacionada à digestibilidade dos carboidratos. Verifica-se que os valores da fração C, obtidos no presente estudo, encontram-se no limite inferior dessa faixa, o que pode ser atribuído aos baixos teores de lignina do capim-tifton 85.

Avaliando amostras de fenos de capim-tifton 85, incubadas em sacos de náilon, no rúmen de bovinos, HENRIQUES et al. (1998) verificaram mais alta proporção da fração indigerível para feno de capim-tifton 85 colhido com 56 dias de idade, com valores de 19,6; 18,4; 21,1; e 28,9%, expressos como % da FDN, para fenos com 28, 35, 42 e 56 dias de rebrota, respectivamente, após 144 horas de incubação. Como os fenos utilizados no trabalho de HENRIQUES et al. (1998) foram os mesmos do presente trabalho, esperar-se-ia que a fração indigerível, quando

expressa em uma mesma base, fossem semelhantes. Entretanto, os valores obtidos por HENRIQUES et al. (1998) foram mais elevados que os do presente estudo, o que pode ser atribuído a diferenças nas técnicas usadas nas estimativas das frações.

As taxas de digestão das frações A + B1, de carboidratos, pouco variaram entre os fenos de diferentes idades de rebrota, apresentando valores entre 0,181 e 0,20 h⁻¹. Por outro lado, as taxas de digestão da fração B2 tenderam à redução, variando de 0,0466 a 0,04 h⁻¹, com o aumento da idade do feno de 28 a 56 dias, o que é coerente com o efeito do avanço da idade fisiológica da planta sobre a digestão dos carboidratos da parede celular.

Os valores das taxas de digestão das frações A + B1 encontraram-se dentro da faixa de 0,0652 a 0,332 h⁻¹, enquanto os valores das taxas de digestão da fração B2 se apresentaram dentro da faixa de 0,0314 a 0,0552 h⁻¹, obtida por CABRAL et al. (1999a), para diferentes volumosos. CABRAL et al. (1999a) constataram as mais altas taxas de digestão para as frações solúveis em detergente neutro (A + B1), com exceção do feno de capim-coastcross, e taxas de digestão intermediárias para a porção de parede celular potencialmente digerível (B2), em plantas de capim-tifton 85 colhido com 30 e 50 cm de altura, em relação aos outros volumosos estudados.

Conclusões

Os fenos de capim-tifton 85, com 28 a 56 dias de rebrota, apresentaram pequena proporção de proteína indisponível ao animal (fração C).

A proporção de parede celular indigerível (fração C) variou de 13,59 a 17,87%, em fenos de capim-tifton 85 de 28 a 56 dias de rebrota.

As taxas de digestão das frações protéicas B1 e B2 e das frações de carboidratos A + B1 e B2 são consideradas elevadas para um volumoso.

A FDN de volumosos com alto teor protéico e, ou, de cinzas deve ser corrigida para proteína e cinzas.

Referências Bibliográficas

CABRAL, L.S., VALADARES FILHO, S.C., MALAFAIA, P.A.M. et al. Frações de carboidratos de volumosos tropicais e suas taxas de degradação estimadas através da técnica de produção de gases. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, Porto Alegre, 1999. *Anais...* Porto Alegre, SBZ, 1999a. p.289.

CABRAL, L.S., VALADARES FILHO, S.C., MALAFAIA, P.A.M. et al. Frações protéicas de alimentos tropicais e suas taxas de digestão estimadas através da incubação com proteases oriundas da microbiota ruminal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999,

Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: SBZ, 1999b. p.261.

FOX, D.G., SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J.D. et al. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy. *J. Anim. Sci.*, 70(11):3578-3596.

HENRIQUES, L.T., PEREIRA, O.G., VALADARES FILHO, S.C. et al. Degradabilidade "in situ" da matéria seca e da fibra em detergente neutro do feno de tifton-85 (*Cynodon spp.*), em quatro idades de rebrota. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, Botucatu, 1998. *Anais...* Botucatu, SBZ, 1998. p.570-572.

HODGE, J.E., HOFREITER, B.T. 1962. Determination of reducing sugars and carbohydrates. In: WHISTLER, R.L., WOLFROM, M.L. (Eds.) *Methods in carbohydrate chemistry*. New York: Academic Press. p.380-394.

KRISHNAMOORTHY, U., SNIFFEN, C.J., STERN, M.D. et al. 1983. Evaluation of a mathematical model of rumen digestion and in vitro simulation of rumen proteolysis to estimate the rumen - undegraded nitrogen content of feedstuffs. *Brit. J. Nut.*, 50:555-568.

LICITRA, G., HERNANDEZ, T.M., VAN SOEST, P.J. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Techn.*, 57(4):347-358.

MALAFAIA, P.A.M., VALADARES FILHO, S.C., VIEIRA, R.A.M. et al. 1998. Determinação das frações que constituem os carboidratos totais e da cinética ruminal da fibra em detergente neutro de alguns alimentos para ruminantes. *R. Bras. Zootec.*, 27(4):790-796.

MALAFAIA, P.A.M., VALADARES FILHO, S.C., VIEIRA, R.A.M. et al. 1997. Determinação e cinética ruminal das frações protéicas de alguns alimentos para ruminantes. *R. Bras. Zootec.*, 26(6):1243-1251.

MCCREADY, R.M., GUGGOLZ, J., SILVIERA, V. et al. 1950. Determination of starch and amylose in vegetables: application to peas. *Anal. Chem.*, 22:1156-1158.

NOCEK, J., RUSSELL, J. B. 1988. Protein and carbohydrate as an integrated system. Relationship of ruminal availability to microbial contribution and milk production. *J. Dairy Sci.*, 71(8):2070-2107.

PATEL, R.Z. 1970. A note on the seasonal variations in starch content of different parts of arabica coffee trees. *East Afr. Agric. For. J.*, 36:1-6.

PASSOS, L.P. 1998. Características fisiológicas do capim-elefante. *Inf. Agropec.*, 19(192):28-32.

RUSSEL, J.B., O'CONNOR, J.D., FOX, D.G. et al. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Rumen fermentation. *J. Anim. Sci.*, 70 (11):3551-3561.

SCHOFIELD, P., PITT, R.E., PELL, A.N. 1994. Kinetics of fiber digestion from 'in vitro' gas production. *J. Anim. Sci.*, 72(11):2980-2991.

SILVA, D.J. 1990. *Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)*. Viçosa: UFV. 165p.

SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J. et al. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.*, 70(11):3562-3577.

VAN SOEST, P.J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. Ithaca, New York: Cornell. 476p.

VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74:3583-3597.

Recebido em: 16/06/00

Aceito em: 19/10/00