

**Capim-elefante, em três idades de corte,
fornecido picado: fatores limitantes do
consumo de vacas leiteiras confinadas**



ISSN 1677-8618
Março, 2009

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agroflorestal de Rondônia
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 59

Capim-elefante, em três idades de corte, fornecido picado: fatores limitantes do consumo de vacas leiteiras confinadas

João Paulo Guimarães Soares
Luiz Januário Magalhães Aroeira
Fermino Deresz
Ana Karina Dias Salman

Porto Velho, RO
2009

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Rondônia

BR 364 km 5,5, Caixa Postal 406, CEP 76815-800, Porto Velho, RO

Telefones: (69) 3901-2510, 3225-9387, Fax: (69) 3222-0409

www.cpafrro.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: *Cléber de Freitas Fernandes*

Secretária: *Marly de Souza Medeiros*

Membros:

Abadio Hermes Vieira

André Rostand Ramalho

Luciana Gatto Brito

Michelliny de Matos Bentes-Gama

Vânia Beatriz Vasconcelos de Oliveira

Normalização: *Daniela Maciel*

Edição eletrônica: *Marly de Souza Medeiros*

Revisão gramatical: *Wilma Inês de França Araújo*

1ª edição

1ª impressão (2009): 100 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.
Embrapa Rondônia.

Capim-elefante, em três idades de corte, fornecido picado: fatores limitantes do consumo de vacas leiteiras confinadas / João Paulo Guimarães Soares ... [et al]. -- Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2009. 20 p. -- (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Rondonia, 1677-8618 ; 59)

1. Nutrição Animal. 2. Forrageiras. 3. Capim-elefante. I. Soares, João Paulo Guimarães. II. Aroeira, Luiz Januário Magalhães. III. Deresz, Fermino. IV. Salman, Ana Karina Dias. V. Título. VI. Série.

CDD 636.085

© Embrapa – 2009

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução	7
Material e métodos	8
Área experimental e manejo das capineiras	8
Procedimento experimental e dietas	8
Análises de laboratório	9
Análises estatísticas	9
Resultados e discussão	10
Conclusões	18
Referências	18

Capim-elefante, em três idades de corte, fornecido picado: fatores limitantes do consumo de vacas leiteiras confinadas

*João Paulo Guimarães Soares*¹

*Luiz Januário Magalhães Aroeira*²

*Fermino Deresz*³

*Ana Karina Dias Salman*⁴

Resumo

O consumo de matéria seca (CMS), de fibra em detergente neutro (CFDN) e o enchimento físico do rúmen de nove vacas Holandês x Zebu, em lactação (13,5 kg), canuladas no rúmen foram avaliados num experimento em parcelas subdivididas, com os tratamentos da parcela distribuídos no delineamento em Quadrado Latino (QL) 3 X 3. O QL foi repetido três vezes no tempo e os tratamentos constituíram no fornecimento de capim-elefante cortado com 30, 45 e 60 dias de idade. Nas subparcelas foram incluídos quatro horários de esvaziamento ruminal 0, 2, 4 e 6 horas, pós-refeição, com o objetivo de se determinar o horário de máximo enchimento. O CFDN foi calculado pela percentagem do CMS diário obtido pela diferença de peso do oferecido e das sobras do capim. A composição química, digestibilidade *in vitro* da MS e do conteúdo ruminal variaram em relação à idade do corte do capim ($P < 0,05$). O teor de FDN foi de 62,9%, 65,5% e 70,1% para o capim cortado, respectivamente com 30, 45 e 60 dias. A FDN do capim cortado com 30 dias foi inferior ($P < 0,05$) àquela com 60 dias. O CMS (8,0 kg/vaca/dia) e de CFDN (5,3 kg/vaca/dia) médios obtidos com o capim cortado com 30 dias foram inferiores ($P < 0,05$) àqueles obtidos com 45 dias (10,0 e 6,6 kg/vaca/dia) e 60 dias (11,0 e 7,3 kg/vaca/dia), respectivamente, para CMS e CFDN. O CMS dos tratamentos com 45 e 60 dias de idade foram semelhantes ($P > 0,05$). O conteúdo ruminal máximo ocorreu nos horários de 4h22, 3h55 e 3h49 após o oferecimento do capim cortado com 30, 45 e 60 dias, respectivamente. O enchimento físico do rúmen não limitou o CMS e CFDN do capim-elefante, entretanto o teor de umidade do capim cortado com 30 dias provavelmente influenciou seu consumo de MS.

Termos de Indexação: capim-elefante, conteúdo ruminal, enchimento físico, esvaziamento ruminal, FDN, gado de leite

¹ Zootecnista, D.Sc. em Zootecnia, Pesquisador da Embrapa Sede-CTARN, Professor DCAN/UFERSA, Mossoró, RN, jp.soares@embrapa.br

² Médico Veterinário, D.Sc. em Endocrinologia e Desenvolvimento, pesquisador aposentado da Embrapa Gado de leite, Juiz de Fora, MG, ljaroeira@yahoo.com.br

³ Zootecnista, PhD em Nutrição de Ruminantes, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG, deresz@cnpqgl.embrapa.br

⁴ Zootecnista, D.Sc. em Zootecnia, Pesquisador da Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO, aksalmam@cpafro.embrapa.br

Limiting factors of chopped elephantgrass intake at three harvesting times using confined dairy cows

Abstract

Dry matter (DMI), Neutral detergent fiber (NDFI) Intake and the rumen fill was evaluated of nine Holstein x Zebu lactating (13.5kg) rumen fistulated cows in a split plot experiment, with the treatments distributed in a latin square design (LSD). The LSD was repeated three times and the treatments consisted of chopped elephantgrass with 30, 45 and 60 days of growth. In the split were included four schedules of ruminal evacuation: 0, 2, 4 and 6 hours after meal. Individual daily NDFI was calculated from the NDF percentage of the total DMI obtained by difference between the offered and refused grass weight. The chemical composition, *in vitro* dry matter digestibility of the grass and the ruminal content varied in relation to the plant age ($p < .05$). The NDF content was 62.9, 65.5 and 70.1 for the 30, 45 and 60 days of growth, respectively. The average NDF of 30 days was inferior ($p < .05$) to those with 60 days. The average DMI (8.0 kg/cow/day) and NDFI (5.3 kg/cow/day) values achieved with the grass age of 30 days of growth were inferior ($p < .05$) of that measured with 45 days (10.0 and 6.6 kg/cow/day) and 60 days (11.0 and 7.3 kg/cow/day) for the DMI and NDFI, respectively. The average DMI of the 45 and 60 days treatments were similar ($p > .05$). The maximum ruminal fill content happened at 4:22, 3:55 and 3:49 hours after feeding for the treatments with 30, 45 and 60 days of growth, respectively. Rumen fill did not limit the DMI and NDFI of elephant grass, however the DMI of 30 days harvesting should be affected by water content.

Index terms: elephantgrass, ruminal content, rumen fill, rumen evacuation, NDF, dairy cows

Introdução

O consumo voluntário é regulado pelo balanço entre a taxa de passagem do alimento e a quantidade de energia disponível ao animal em relação à sua capacidade de utilizá-la. Assim, ocorre uma modulação das atividades ruminais (taxa de passagem, tempo de ruminação, motilidade, etc.), para estabelecer um balanço entre tais atividades e seu déficit energético (WESTON, 1982).

A teoria física/fisiológica de controle de ingestão de alimentos (MERTENS, 1993) demonstra que o consumo voluntário aumenta com o aumento do valor nutritivo dos alimentos, até o ponto em que a distensão ruminal não permite maior ingestão. Entretanto, o consumo de volumosos de média qualidade talvez seja limitado, principalmente pela distensão, enquanto em forragens de melhor qualidade, outros fatores podem se tornar importantes para a saciedade do animal (GROVUM, 1986).

O teor de fibra em detergente neutro (FDN) é um fator que está relacionado com o espaço ocupado pelo alimento no rúmen, sendo tendência atual expressar a capacidade diária de enchimento ruminal em unidades de FDN, principalmente quando a dieta consiste em forragens frescas ou picadas grosseiramente (VAN SOEST, 1994).

A habilidade do animal em reduzir o tamanho de partículas também afeta o consumo. O tempo necessário para redução do tamanho dessas partículas vai depender da natureza dos alimentos, ou seja, do tempo total gasto com a mastigação e remastigação, durante a ruminação, sendo, conseqüentemente influenciado pela dieta.

Uma vez que a ruminação aumenta com o aumento do consumo de parede celular, o tempo gasto ruminando pode competir com o tempo disponível para a alimentação. O tamanho das partículas da fibra, durante a ruminação, pode ser tão importante na determinação do consumo quanto o volume ocupado pelo alimento no rúmen (BORGES, 1999).

A utilização de forrageiras de baixa qualidade, ou seja, com teores superiores a 60% de FDN e com teores menores de 6% PB, em condições de pastejo ou de corte, proporciona menor taxa de passagem de partículas, o que acarreta aumento do enchimento do rúmen (FORBES, 1995), além da redução do consumo de matéria seca (CHILIBROSTE et al., 2000).

O enchimento físico do rúmen pode ser medido por meio de esvaziamentos totais do rúmen ou estimado com o uso de indicadores e colheitas sucessivas de fezes (POND et al., 1989). Ospina et al. (1998) recomendaram três horários diferentes de esvaziamento do rúmen, para se estabelecer a média do enchimento. Entretanto, Garza-Flores (1990) não evidenciou diferenças no enchimento do rúmen de novilhos de corte, quando receberam dieta à base de 80% de concentrado, quando efetuou esvaziamento do conteúdo ruminal com 3h50 e 5 horas após o fornecimento das refeições. No entanto, Thiago (1994), trabalhando com feno de gramíneas tropicais, sugere que com apenas um esvaziamento às 5 horas após o fornecimento da refeição pode-se estimar o enchimento físico do rúmen induzido pelo alimento.

O objetivo do presente trabalho foi determinar o consumo de matéria seca, fibra em detergente neutro e medir as variáveis ruminais relacionando-as com o enchimento físico do rúmen de vacas mestiças em lactação, alimentadas com dietas exclusivas de capim-elefante, cortado com 30, 45 e 60 dias de idade, fornecido picado (3-4cm).

Material e métodos

Área experimental e manejo das capineiras

O experimento foi conduzido na Embrapa Gado de Leite, no município de Coronel Pacheco, Estado de Minas Gerais, durante o período de outubro de 1999 a março de 2000.

A implantação de uma área de 4,5 ha com capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier) foi realizada em outubro de 1999, num Latossolo Vermelho-Amarelo, quando foram aplicados 100 kg/ha de P₂O₅, na forma de superfosfato simples e três toneladas/ha de calcário dolomítico. A área total foi dividida em faixas por tratamento para produção estimada de duas, três e quatro toneladas de MS/ha. Até o início do experimento, foram realizados cortes de uniformização, escalonadamente nos meses de novembro e dezembro. Após cada corte, que foi feito rente ao solo, a capineira foi adubada com 70 kg/ha de nitrogênio e 70 kg/ha de K₂O, utilizando o sulfato de amônia e o cloreto de potássio, respectivamente. Cada faixa, por sua vez, foi subdividida em seis, nove e doze subfaixas. Cada subfaixa foi utilizada durante cinco dias, com o objetivo de manter estável a qualidade do capim e proporcionar durante todo o período experimental, o oferecimento de forragem com 30, 45 e 60 dias, para os animais nos três tratamentos experimentais.

Procedimento experimental e dietas

Foram utilizadas nove vacas mestiças 7/8 Holandês x Zebu, canuladas no rúmen com peso médio de 520 kg e produção média diária de 13,5 kg de leite. Durante todo o período experimental, as vacas permaneceram confinadas, saindo apenas para as ordenhas, efetuadas às 7 e 15 horas.

Os animais receberam o capim-elefante picado (3-4cm) como dieta exclusiva, cortado nas idades de 30, 45 e 60 dias de crescimento, e o mesmo foi fornecido *ad libitum*, duas vezes ao dia, o suficiente para manter sobras de 10%-15%. Os consumos diários foram avaliados no sistema *Calan-Gates*, a partir da pesagem do oferecido e das sobras do capim-elefante fornecido às vacas, que foram retiradas uma vez ao dia, na manhã seguinte ao do oferecimento da forragem.

O experimento foi dividido em três períodos de avaliações com duração de 30 dias cada um, sendo 10 para a adaptação dos animais às dietas, 10 para a avaliação do consumo e 10 para os esvaziamentos ruminais.

Os esvaziamentos do rúmen foram realizados em dias alternados. As segundas, quartas, sextas e domingos para os horários de duas, quatro, seis horas pós-refeição e, antes das refeições (0h), para cada grupo de três vacas de cada tratamento, nos três períodos experimentais. O procedimento adotado para os esvaziamentos do conteúdo do rúmen foi conduzido com os animais contidos no tronco. A parte sólida do conteúdo ruminal foi removida manualmente, e a parte líquida foi retirada com o auxílio de uma caneca plástica (300 mL). O material coletado foi filtrado em sacos de aniagem e colocado em tambor de plástico com capacidade de 180 litros, segundo procedimento descrito por Chilibroste et al., 2000. O material sólido e o material líquido foram pesados separadamente e homogeneizados. Alíquotas de 10% do peso total foram retiradas para as análises, e o restante do material foi recolocado no rúmen, sendo a duração de todos estes procedimentos em média de 25 minutos por animal (DADO; ALLEN, 1995).

O líquido ruminal usado para as determinações do pH, dos ácidos graxos voláteis (AGV) e da amônia (NH₃) foi coletado manualmente por meio da cânula antes das refeições (horário de 0

horas) e nos horários de duas, quatro e seis horas após o alimento oferecido pela manhã. O material foi filtrado em gaze e o pH foi medido, imediatamente, com auxílio de um potenciômetro digital (HANNA®). As amostras para as determinações dos AGV e da amônia foram acondicionadas em tubos de ensaio (10 mL) onde foi adicionado, respectivamente, 1 mL de ácido metafosfórico (25%) e duas gotas de ácido sulfúrico (50%) para cada 5 mL de líquido ruminal, logo após a colheita de material.

Análises de laboratório

A composição química das amostras do capim-elefante colhido nas três idades de corte fornecido picado e do conteúdo ruminal sólido foi analisada para determinação dos conteúdos de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) pelo método Kjeldahl, segundo recomendações da AOAC (1990), fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), seguindo os procedimentos de Van Soest et al. (1991) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), de acordo com Tilley e Terry (1963).

Os AGV foram analisados por cromatografia gasosa por ionização de chama (Wilson, 1971), medido em aparelho Varian, modelo 2485, usando colunas de vidro de ¼" de diâmetro e Chromosorb 101" de 80 a 100 mesh, como fase estacionária. O nitrogênio amoniacal (N-NH₃) foi determinado pela destilação de 5 mL de líquido ruminal, em 2,5 g de hidróxido de sódio, utilizando-se ácido bórico como solução receptora e ácido clorídrico 0,01 N na titulação.

Análises estatísticas

O experimento foi realizado em parcelas subdivididas, com os tratamentos da parcela distribuídos no delineamento em Quadrado Latino (3x3), constituindo-se de três tratamentos pelo fornecimento do capim-elefante cortado com 30, 45 e 60 dias de idade, três vacas e três períodos. O quadrado latino foi repetido três vezes no tempo. Na subparcela, foram incluídos quatro horários de esvaziamento ruminal, antes da refeição (0h), duas, quatro e seis horas pós-refeição. As análises estatísticas foram executadas usando-se o procedimento GLM do SAS (SAS, 1990) e a comparação múltipla entre médias foi realizada usando o teste *Student Newman Keuls* (SNK) no nível de 5% de probabilidade. Para as análises foi utilizado o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijklm} = \mu + q_i + a_{ji} + p_{ki} + t_l + qt_{il} + \text{Resíduo}(a) + h_m + qh_{im} + qth_{ilm} + e_{ijklm};$$

Em que:

Y_{ijklm} = valor observado para a característica de composição química do capim-elefante, do conteúdo sólido e líquido ruminal, consumo de MS e FDN em kg/dia e % PV da $j^{\text{ésima}}$ vaca, alimentada com o $i^{\text{ésimo}}$ tratamento estimado dentro do $i^{\text{ésimo}}$ quadrado latino, no $k^{\text{ésimo}}$ período e esvaziada no $m^{\text{ésimo}}$ horário de esvaziamento;

μ = constante comum a cada observação;

q_i = efeito do quadrado latino i ($i = 1$ a 3);

a_{ji} = efeito do animal j dentro do quadrado latino i ($j = 1$ a 3);

p_{ki} = efeito da período k dentro do quadrado latino i ($k = 1$ a 3);

t_l = efeito do tratamento l ($l = 1$ a 3);

qt_{il} = efeito da interação quadrado latino x tratamento;

Resíduo(a) = efeito aleatório associado aos tratamentos da parcela;

h_m = efeito do horário de esvaziamento m ($m = 1$ a 4);

qh_{im} = efeito da interação quadrado latino i x horário m ;

th_{im} = efeito da interação tratamento l x horário m ;

e_{ijklm} = erro aleatório associado aos tratamentos da subparcela.

Tendo em vista que o tratamento da subparcela (horário) é um efeito quantitativo e quando foi significativo isoladamente ou em interação, procedeu-se a análise de regressão para avaliar o efeito de horário sobre a variável em estudo pelo procedimento REG do SAS (SAS, 1990). Nesse caso, foi utilizado um modelo polinomial até no máximo segundo grau, admitindo-se a seguinte notação:

$$y_{ij} = a + b x_i + c x_i^2 + e_{ij};$$

Em que:

y_{ij} = valor médio estimado pelo modelo de análise de variância para o enchimento físico em MS(kg), FDN(kg) e para as variáveis ruminais (pH e ácidos graxos voláteis) sob consideração;

a = intercepto;

b = coeficiente de regressão do termo linear do efeito de x sobre y;

c = coeficiente de regressão do termo quadrático do efeito de x sobre y;

x_i = horários de esvaziamento (i = 0, 2, 4, 6 horas);

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação de y_{ij} .

Resultados e discussão

Os resultados observados para os teores de MS e de FDA do capim colhido (Tabela 1) em cada uma das idades de corte foram semelhantes ($P > 0,05$), provavelmente devido aos coeficientes de variação (19,40% e 17,50%) observados, respectivamente, para os mesmos. Entretanto, o teor de PB do capim cortado com 30 dias foi superior ($P < 0,05$) àquele observado aos 60 dias. O valor do tratamento com 45 dias, foi semelhante aos dois extremos ($P < 0,05$). O teor de 62,99% de FDN do capim cortado com 30 dias foi inferior ($P < 0,05$) apenas aos 70,12%, observado no capim com 60 dias. Da mesma forma, os 58,70% de DIVMS do capim com 30 dias foi superior aos 55,16% do capim com 60 dias. Os valores do capim com 45 dias foram semelhantes ($P > 0,05$) aos dois extremos, para o teor de FDN e DIVMS.

Os resultados de PB (9,09%) e de FDN (70,12%), na idade de 60 dias, são semelhantes aos valores de PB (10,10%) e de FDN (72,00%) reportados por Lopes e Aroeira (1998) e dos 10,60% de PB observados por Azevedo (1985), encontrados para o capim-elefante com 60 dias de idade. Silveira et al. (1973) encontraram 71,00% de DIVMS para o capim-elefante cortado aos 45 dias, e Azevedo (1985) reporta valores de DIVMS (65,50% e 56,50%), nas idades de corte de 30 e 60 dias, respectivamente.

Tabela 1. Composição química e digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) do capim-elefante picado, cortado com 30, 45 e 60 dias de idade.

Idade (dias)	Variáveis (% da MS)				
	MS	PB	FDN	FDA	DIVMS
30	12,82	11,37 a	62,99 b	32,65	58,70 a
45	15,95	10,49 ab	65,50 ab	33,17	57,71 ab
60	18,25	9,09 b	70,12 a	35,79	55,16 b
EPM	1,23	1,14	2,12	1,30	2,03
CV(%)	19,40	9,00	2,51	17,50	4,70

EPM: erro padrão da média.

Na coluna, a > b ($P < 0,05$) pelo teste de Newman-Keuls.

Dados da pesquisa.

Os resultados da composição química relatada na literatura são variáveis e provavelmente, devidos a diferentes fatores, tais como: condições de solo, clima e nível de adubação, ou seja, das condições experimentais em que foram cultivadas as forragens, em cada trabalho. No presente estudo, com relação às condições climáticas, ocorreu menor incidência de chuvas (36 mm) no mês de janeiro o que, possivelmente, influenciou o crescimento das capineiras e, em consequência, afetou a composição química do capim durante o período.

Por outro lado, apesar das vantagens apontadas para a utilização do capim-elefante, fornecido picado, em decorrência do melhor aproveitamento da forragem produzida e da diminuição das perdas no campo (CÓSER et al., 2000), a forragem pastejada apresenta melhor valor nutritivo do que aquela fornecida picada (AROEIRA et al., 2001).

O consumo médio de matéria seca (CMS) dos animais que receberam capim-elefante cortado com 30 dias (8,03 kg ou 1,54% do PV) foi menor ($P < 0,05$) do que aquele cortado com 45 (10,00 kg ou 1,96% do PV) e 60 dias (11,02 kg ou 2,12% do PV) de crescimento. Por sua vez, o capim cortado com 45 dias não diferiu ($P > 0,05$) daqueles cortados com 30 e 60 dias (Tabela 2).

Consumos de 1,90% do PV foram obtidos por Lopes e Aroeira (1998), com vacas em lactação quando receberam dietas exclusivas de capim-elefante com 60 dias de crescimento. Entretanto, consumos médios de 2,20% e 2,10% do PV foram reportados por Soares (1998) e Aroeira et al. (1999), respectivamente utilizando vacas em lactação, em condições de pastejo.

Tabela 2. Consumo de matéria seca (CMS) e fibra em detergente neutro (CFDN) do capim-elefante em três idades de corte, por vacas em lactação

Idade (dias)	CMS		CFDN	
	kg/dia	%PV	kg/dia	%PV
30	8,03 b	1,54 b	5,29 c	1,02 c
45	10,00 a	1,96 a	6,57 b	1,29 b
60	11,02 a	2,12 a	7,31 a	1,41 a
EPM	1,53	0,56	1,15	0,49
CV(%)	24,60	15,91	24,60	15,91

EPM: erro padrão da média.
Na coluna, a > b ($P < 0,05$) pelo teste de Newman-Keuls.
Dados da pesquisa.

Não há uma razão clara para que o consumo de MS do capim-elefante cortado com 30 dias de idade tenha sido menor que aquele observado nas idades de corte de 45 e 60 dias. É possível que o teor de MS tenha influenciado o consumo (CÖMERON, 1994; VERITÉ; JOURNET, 1970).

Trabalhos desenvolvidos pelo INRA (1989) mostraram que a quantidade de matéria seca ingerida está associada com o teor de umidade da planta e, conseqüentemente, aos conteúdos de FDN. Chilbroste et al. (2000) avaliaram a influência dessa variável sobre o consumo de alimento. Entretanto esses mesmos autores não observaram diferença no consumo (3%PV) para o capim-azevém com 16% à 18% de MS. Demarquilly et al. (1966) mostraram que o excesso de água contida na forragem verde pode reduzir o consumo pelo seu poder de distensão ruminal. Para vacas em lactação, Verité e Journet (1970) e Jarrige et al. (1986) observaram que, abaixo de 18% de MS, o consumo pode ser afetado. Esses autores estimaram que, para teores de umidade abaixo de 18%, o consumo diminui 0,34 kg MS/dia. No presente estudo, foram observadas reduções no consumo de 0,55 kg/dia.

O consumo de FDN (CFDN) do capim-elefante também foi diferente ($P < 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 2). O consumo de FDN do capim cortado com 60 dias (7,31 kg e 1,41% do PV) proporcionou valor superior ($P < 0,05$) ao de 45 dias (6,57 kg e 1,29% do PV) e esses, por sua vez, maiores ($P < 0,05$) do que o observado com o capim cortado aos 30 dias (5,29 kg e 1,02 % do PV). Resultados de consumo de 6,50 kg de FDN e 1,30% do PV foram encontrados por Lopes e Aroeira (1998) ao utilizarem o capim-elefante com idade de corte de 60 dias. Porém, Dado e Allen (1995), avaliando o consumo de vacas em lactação, confinadas com dietas de baixo e alto teor de FDN de 25% e 35%, respectivamente, observaram consumos de FDN superiores para as dietas de alta fibra (6,50 kg/vaca/dia) em relação à de baixa fibra (5,80 kg/vaca/dia).

Mertens (1992) relatou que vacas em lactação não ingerem mais do que 1,2% do PV de FDN na dieta, e Madsen et al. (1997) sugeriram, como base de cálculo para consumo de forrageiras tropicais, o enchimento físico ruminal com 1,1% do PV de FDN. Entretanto valores de 1,41% e 1,29% foram encontrados para o capim com 45 e 60 dias. Esses resultados corroboram os trabalhos de Aroeira et al. (1999) e Soares et al. (1999b), que trabalharam com capim-elefante utilizando vacas Holandês x Zebu em lactação. Pode-se inferir, em vista desses resultados, que o enchimento físico do rúmen ocorre com percentagens de FDN mais elevadas em relação ao peso do animal.

Por outro lado, a qualidade da FDN da forragem pode também influenciar o consumo e a utilização do alimento pelos animais. Segundo Moore (1980), o maior consumo da fração FDN vai depender da maturidade dos tecidos da planta, que é geralmente mais rápida em forrageiras tropicais, aumentando a lignificação da parede celular e reduzindo sua utilização pelos microrganismos ruminais.

O teor de nutrientes presente nas forrageiras também influencia a composição do conteúdo ruminal (WESTON, 1982), pois a habilidade do animal em reduzir o tamanho da partícula afeta o consumo e o aproveitamento pelos microrganismos. No entanto, neste estudo, a composição química do conteúdo ruminal foi semelhante ($P > 0,05$) para MS (13,27%), PB (10,48%) e FDA (35,25%) do capim cortado nas diferentes idades de crescimento, reproduzindo em parte os teores da forragem ingerida. Foi detectada diferença apenas no conteúdo de FDN. Os valores de FDN do conteúdo ruminal foram semelhantes ($P > 0,05$) para capim cortado aos 60 dias (71,83%) e 45 dias (71,17%), sendo o teor de FDN do capim cortado aos 60 dias superior ($P < 0,05$) ao verificado no corte de 30 dias (69,50%). Semelhanças na composição química do material ingerido com a do conteúdo ruminal poderiam ser esperadas, desde que se desconsidere a atividade microbiana. Contudo a homogeneização das amostras feitas durante a colheita, nivela, conseqüentemente, essas variações, embora, no caso da FDN da forragem, possa ocorrer um padrão de degradação mais lento (BERGMAN, 1990).

O teor de FDN é um fator relacionado com o espaço ocupado pelo alimento no rúmen, principalmente quando a dieta é composta por forragens longas ou picadas grosseiramente (VAN SOEST, 1994). Teores elevados de FDN de forrageiras geralmente têm mostrado correlação negativa com consumo de matéria seca. Em função disso, ocorre menor taxa de passagem de partículas, o que pode proporcionar aumento do enchimento do rúmen (FORBES, 1995), fato que não foi observado no presente estudo.

Para o conteúdo ruminal total, não foram observadas diferenças entre tratamentos em relação aos animais e períodos, para as variáveis conteúdo de MS e FDN (expressa em kg ou em % do PV). Entretanto houve diferença entre os horários de esvaziamento para estas variáveis, sendo conduzida a análise de regressão para avaliar os diferentes horários sob cada variável em estudo, sendo detectado efeito quadrático em função dos mesmos. Embora não houvesse efeito de interação entre tratamento *versus* horário, novamente foi conduzida a análise de regressão em função dos diferentes horários para os cortes do capim-elefante com 30, 45 e

60 dias de idade, com o objetivo de determinar os horários onde ocorreu o máximo enchimento ruminal para os conteúdos de MS e FDN. As equações de regressão, mostrando os efeitos do enchimento físico para essas variáveis, foram todas quadráticas e com coeficientes de determinação (R^2) elevados (Tabela 3).

Todos os tratamentos em relação à quantidade de conteúdo ruminal variaram ($P < 0,05$) em função do horário de esvaziamento. Foram observados valores médios de 10,82; 10,71 e 10,63 kg de MS e 7,40; 7,62 e 7,57 kg de FDN para as idades de 30, 45 e 60 dias de crescimento, respectivamente. As estimativas dos parâmetros de regressão relacionados ao enchimento físico e ao ponto máximo (horas) em função dos coeficientes de matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN) em kg podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3. Estimativas dos parâmetros de regressão relacionados ao enchimento físico e ao ponto máximo (horas), em função da quantidade (kg) de matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN), induzido pelo capim-elefante em três idades de corte.

Idade (dias)	Conteúdo ruminal	Parâmetro			R^2 (%)	Enchimento Físico Ponto Máximo
		a	b	c		
30	MS (kg)	6,9	2,7	-0,32	92,6	4h22
	FDN(kg)	4,8	1,8	-0,21	83,7	4h22
45	MS (kg)	7,6	2,7	-0,35	93,3	3h55
	FDN(kg)	5,3	1,9	-0,25	91,7	3h55
60	MS (kg)	7,9	2,2	-0,29	88,3	3h55
	FDN(kg)	5,8	1,4	-0,19	89,8	3h40

a = intercepto.

b = coeficiente de regressão do termo linear do efeito de x sobre y.

c = coeficiente de regressão do termo quadrático do efeito de x sobre y.

R^2 = coeficiente de determinação.

Dados da pesquisa.

Garza-Flores (1990) não evidenciou diferenças no conteúdo máximo do rúmen de novilhos de corte, quando receberam dietas à base de concentrado, duas vezes ao dia, obtendo em média 9,50 kg de MS para o volume de sólidos, procedendo a esvaziamentos do conteúdo ruminal com 3h50 e 5 horas pós-refeição, sendo esse valor inferior ao obtido em média (10,73 kg) para as três idades de corte do capim-elefante. Ospina et al. (1998), utilizando três horários de esvaziamento do rúmen, observaram para o conteúdo de MS total em média 2,5% do PV, para novilhos de corte que receberam feno de aveia *ad libitum*. Entretanto valores semelhantes ao do presente estudo foram reportados por Thiago (1994). Este autor, mostrou que o horário de esvaziamento de 5 horas após o fornecimento do feno de gramíneas tropicais, pôde ser representativo do enchimento físico do rúmen induzido pelo alimento.

O menor consumo de FDN do capim cortado com 30 dias (5,29 kg/dia), embora apresentado menor conteúdo (62,99%) de FDN em relação aos cortes de 45 dias (65,50%) e 60 dias (70,12%), não ocorreu em função do enchimento físico em relação ao conteúdo de FDN, pois apenas no horário de 4h20 pós-refeição atingiu a capacidade máxima do rúmen (7,40 kg de FDN). Comportamento semelhante foi observado no corte de 45 dias, no qual o consumo de FDN foi de 6,60 kg/vaca/dia, e o conteúdo máximo no rúmen de 7,62 kg de FDN, ocorreu às 3h55 horas pós-refeição. Por outro lado, o capim-elefante, cortado aos 60 dias de idade, apresentou o consumo de 7,31 kg de FDN/vaca/dia e a capacidade máxima de enchimento ruminal dos animais ocorreu com 7,57 kg de FDN e 3h50 pós-refeição (Fig. 1). Isto mostra que a quantidade de FDN presente no rúmen não foi o fator que determinou a parada de ingestão dos animais, visto que o enchimento físico ruminal ocorreu sempre em maiores quantidades de FDN do que aquela consumida.

Esses resultados mostram restrições para o uso de um valor constante de 1,1% do PV em termos FDN, conforme descrito por Madsen et al. (1997) para cálculo da capacidade ruminal e de 1,2%

do PV descrito por Mertens (1993) como o máximo consumo de vacas em lactação. Os valores obtidos neste trabalho, além da semelhança entre os valores observados para as três idades de corte para o conteúdo de MS e FDN, podem ser resultantes de complexas interações entre o teor de água dos alimentos, a cinética de digestão e o volume ruminal (Weston, 1982) e depende da capacidade física do animal e da adaptação a dietas com forragens tropicais.

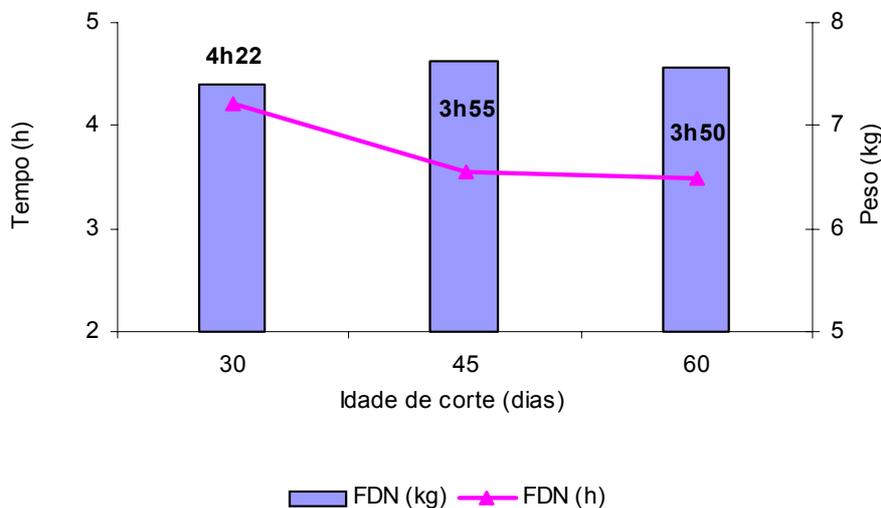


Fig. 1. Enchimento físico ruminal em diferentes horários de esvaziamento de vacas em lactação, induzido pela quantidade de FDN (kg) do capim-elefante, cortado em três idades de corte.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Além do enchimento físico ruminal, foram relacionadas com o consumo, as concentrações de ácidos graxos voláteis (AGV), amônia (NH_3) e variações no pH ruminal nos diferentes horários de esvaziamento. Não foram observados efeitos ($P > 0,05$) das idades de corte para as variáveis ruminais avaliadas, devido possivelmente aos elevados coeficientes de variação encontrados (Tabela 4).

Os valores observados do pH ruminal apresentaram pequenas alterações. Entretanto as concentrações de AGV mostraram comportamento variável, mas semelhante aos dados apresentados na literatura. O comportamento do pH está de acordo com o encontrado em dietas exclusivas de forragens, cujos valores variam de 6,2 a 7,0 (Owens; Goetsh, 1986). Resultados inferiores de 6,1 foram encontrados por Lopes e Aroeira (1998) quando trabalharam com capim-elefante, cortado com 60 dias de idade, e por Benedetti (1994) ao utilizar o capim-elefante em pastejo (6,3). Segundo os mesmos autores, entre meia hora a quatro horas após a alimentação, o pH é mais baixo, provavelmente refletindo o balanço entre as taxas de produção de AGV e a presença de tamponantes via saliva.

Tabela 4. Valores médios de pH, concentrações molares de ácidos graxos voláteis (AGV) e amônia (NH_3) no rúmen de vacas leiteiras ingerindo capim-elefante em três idades de corte, nos horários de 0, 2, 4 e 6 horas.

Idade (dias)	pH	NH_3 (mg/100mL)	AGV (mMol/mL)			
			Acetato	Propionato	Butirato	Total
30	6,93	8,79	66,44	16,66	7,69	90,79
45	6,90	7,03	59,50	15,15	7,02	81,67
60	6,95	7,17	59,09	14,55	6,84	80,4
EPM	0,42	1,90	4,01	1,97	1,46	4,67
CV (%)	2,52	27,05	26,03	25,10	29,40	27,80

EPM: erro padrão da média.
Dados da pesquisa.

A proporção molar dos AGV foi em média de 62:15:7, respectivamente, para os ácidos acético, propiônico e butírico para as três idades de corte do capim-elefante, visto que não houve efeito de tratamentos. Segundo Black (1990), relações de 73:20:7 para dietas exclusivas de forragens são comuns. Por outro lado, a concentração ótima de NH_3 no rúmen depende de vários fatores, destacando-se o tipo de dieta ou de substrato a ser degradado pelos microrganismos do rúmen (LENG, 1990). Assim, é importante a obtenção de dados específicos dessas concentrações em cada categoria animal e sob determinado manejo alimentar para a correção de possíveis deficiências nutricionais que ocorrem, principalmente, em dieta com forragens (ALLEN, 1986).

O valor médio de 7,66 mg/100mL encontrado no presente trabalho (Tabela 4), foi superior ao observado por Lopes e Aroeira (1998) no rúmen de vacas em lactação (5,78 mg/100mL), alimentadas com o capim-elefante, cortado com 60 dias de idade; e inferior ao obtido por Ruiz et al. (1992) ao utilizarem vacas em lactação que receberam dietas com silagem de capim-elefante anão (16,40 mg/100mL).

As concentrações de amônia no rúmen têm grande importância para ruminantes, uma vez que 60% a 80% do nitrogênio dos microrganismos são originários dessa fonte (ALLEN, 1986). Embora a concentração de amônia para a máxima síntese de proteína microbiana e maior digestão no rúmen ainda apresente resultados variáveis de 4,5 até 20 mg/dL (FIGUEIRA, 1991) na literatura, para o funcionamento adequado do rúmen o valor mínimo de 5,0 mg/dL é normalmente aceito (SATTER; SLYTER, 1974).

As variáveis ruminais não apresentaram diferenças significativas ($P > 0,05$) em função das idades de corte aos 30, 45 e 60 dias de crescimento. Foram detectadas diferenças ($P < 0,05$) apenas nos horários de esvaziamento utilizados em relação ao pH (Fig. 2a) e às concentrações molares dos AGV, com exceção da amônia (Fig. 2b), sendo realizada a análise de regressão para essas variáveis. Os horários onde ocorreram as maiores concentrações médias dos AGV são semelhantes aos horários onde ocorreu o máximo enchimento ruminal em função do conteúdo de FDN. Assim, os horários de maior enchimento físico coincidiram com as maiores concentrações de AGV ruminais (Fig. 2c, 2d, 2e).

As concentrações molares totais dos AGV foram diferentes ($P < 0,05$) em função da forragem colhida aos 30, 45 e 60 dias de crescimento e dos diferentes horários, mostrando um valor absoluto maior para o corte de 30 dias (Tabela 4). O comportamento da análise de regressão para o capim com 30 dias mostrou efeito linear ($y = 8,2x + 63,5$; $R^2 = 98\%$), e a maior concentração ocorreu 6 horas após a ingestão do capim. Houve efeito quadrático ($Y = -1,3x^2 + 15,7x + 51,8$; $R^2 = 99\%$) para o capim cortado com 60 dias e de terceira ordem ($Y = 1,5x^3 - 12,5x^2 + 32,8x + 53,2$; $R^2 = 98\%$) para o de 45 dias (Fig. 2f).

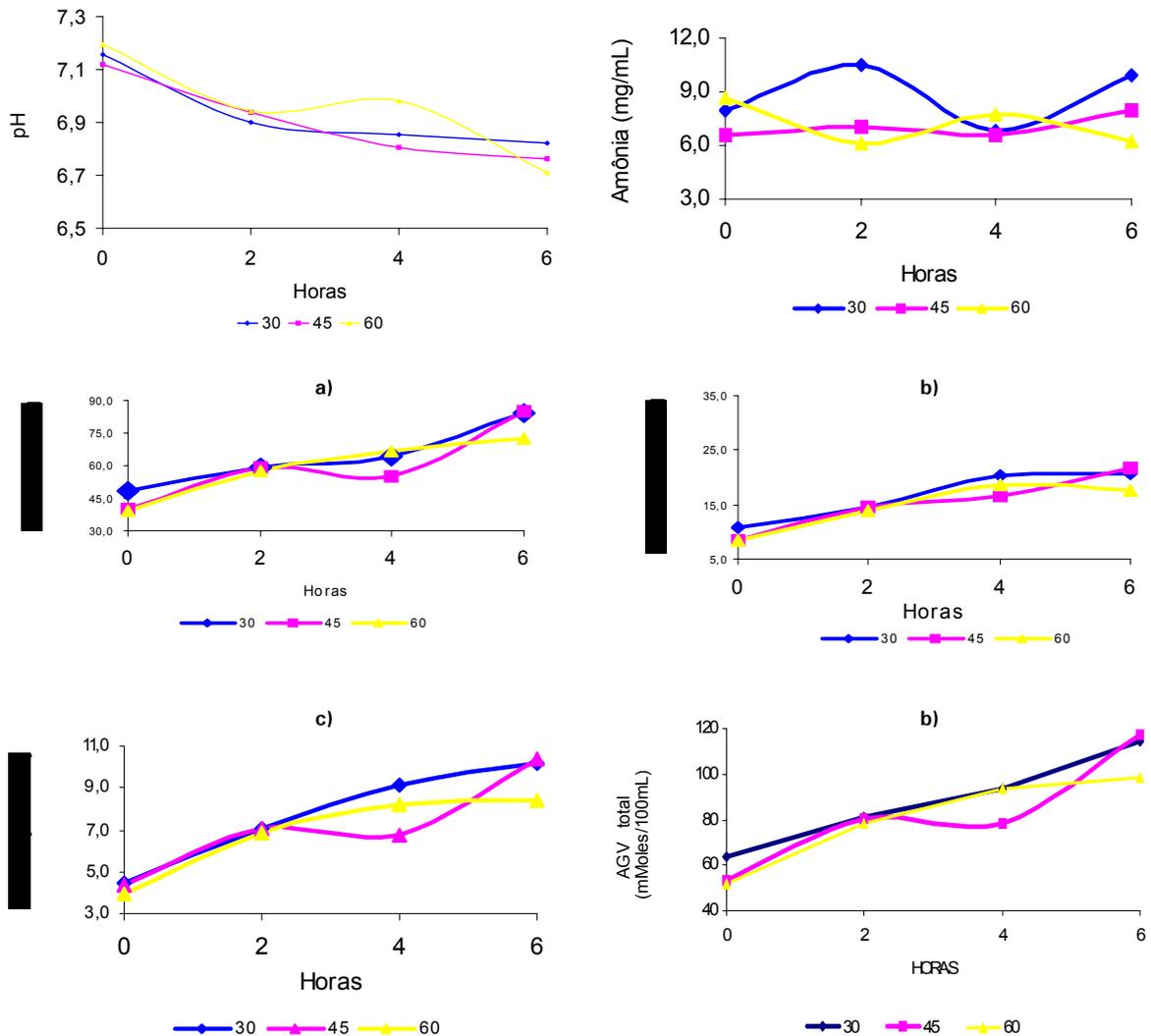


Fig. 2. Valores médios de pH (a), concentrações de amônia (b), acetato (c), propionato (d), butirato (e) e AGV totais nos horários de 0, 2, 4 e 6 horas de esvaziamento ruminal de vacas em lactação, ingerindo o capim-elefante cortado aos 30, 45 e 60 dias de idade.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Valores semelhantes para a concentração de ácido acético foram observados por Lopes e Aroeira (1998) quando trabalharam com capim-elefante, cortado aos 60 dias de idade, mas com pico de produção antes da alimentação dos animais e decrescendo até 8 horas pós-refeição. Segundo Bergman (1990), dietas exclusivas de forragens apresentam flutuações devido à qualidade do alimento e em função da taxa de digestão da fibra.

Com relação às concentrações em porcentagem molar dos ácidos propiônico e butírico, Black (1990) citou que a proporção relativa dos diferentes AGV produzidos variam amplamente, dependendo da composição química da forragem e do pH ruminal. Maiores proporções de propionato são produzidas via degradação da hemicelulose, enquanto que com a degradação dos constituintes solúveis da planta (amido e açúcares) o AGV é alto, tanto em propionato quanto em acetato, e baixo para butirato. Segundo Milford e Minson, (1966) a proporção de AGV vai variar em função da forragem oferecida e do seu grau de maturação. Os mesmos autores também observaram maiores proporções de propionato e menores de acetato, quando foram fornecidas a ruminantes dietas com leguminosas em vez de gramíneas. Essa prática enfatizou a dependência entre a acidez ruminal e a eficiência de degradação do volumoso.

Acredita-se, contudo, que a quantidade de FDN e as variáveis ruminais não podem ser consideradas isoladamente na determinação do enchimento ruminal, mas que aliadas àquelas, devem ser considerados também a composição química e o teor de umidade dos alimentos. Segundo Owens et al. (1991), o enchimento ruminal avaliado pelo teor de FDN não limitou o consumo, quando foram fornecidas forragens picadas ou quando essas foram ingeridas por animais em pastejo, porque não mais que 60% da capacidade líquida do rúmen foi ocupada pelo conteúdo sólido ruminal, sendo o restante proveniente da água ingerida e contida nos alimentos. De acordo com essa proposição, Seone (1995) observou que as forragens que ocuparam menor volume e retiveram menos água (19% de MS) foram as mais consumidas devido, possivelmente, ao aumento da taxa de passagem, relacionando-se também ao tamanho e à forma da partícula ingerida, a taxa de degradação e ao tempo de retenção da digesta no rúmen (LUGINBUHL et al., 1991).

A hipótese segundo a qual, o enchimento físico do rúmen não limita o consumo, seria que a própria capacidade líquida do rúmen representa uma limitação do volume, e que a quantidade de líquido presente pode distender o rúmen, aumentando em 10% sua capacidade (OWENS et al., 1991), dificultando as avaliações do enchimento físico. Os valores referentes composição química do conteúdo ruminal total, quantidades de líquido para os três cortes do capim podem ser observados na Fig. 3.

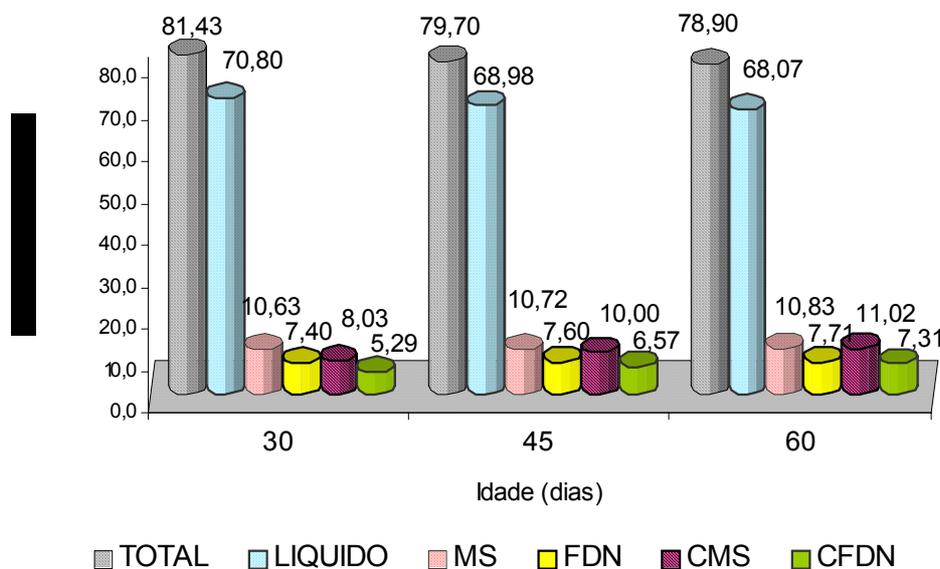


Fig. 3. Conteúdo ruminal total, líquido, de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN) consumo de matéria seca (CMS) e de fibra em detergente neutro (CFDN) de vacas em lactação, quando ingeriram capim-elefante cortado aos 30, 45 e 60 dias de idade.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em função disso, é possível argumentar que forragens com alto teor de umidade limitam o consumo de matéria seca devido ao seu poder natural de enchimento ruminal (DEMARQUILLY et al., 1966). Esse fato pode ter ocorrido no presente trabalho, visto que foram observados elevados teores de umidade nas três idades de corte do capim, e maior teor de umidade no capim-elefante com 30 dias (70,80 kg) e, conseqüentemente, menores consumos de MS (8,03 kg) (Fig. 3).

A possível explicação para o menor consumo de matéria seca do capim-elefante com 30 dias de idade, embora com menor teor de FDN, parece estar relacionado ao teor de umidade (87,18%) em relação aos capins com 45 dias (84,04%) e 60 dias (81,75%) de idade. Entretanto o consumo de FDN para os três tratamentos foi levemente superior ao encontrado

na literatura, provavelmente, devido à maior adaptação dos animais a forragens tropicais, o que pode ter provocado maior distensão ruminal

Conclusões

O enchimento físico ruminal, avaliado pelo consumo de matéria seca, não ocorreu em função exclusivamente do teor de FDN presente no capim-elefante, cortado com 30, 45 e 60 dias de idade.

O consumo de matéria seca do capim-elefante pode ter sido afetado negativamente pelo elevado teor de umidade do capim.

O maior consumo de FDN do capim-elefante em percentagem do peso vivo ocorreu, provavelmente, devido à maior adaptação dos animais às dietas com forragens tropicais, provocando distensão ruminal em função dos teores elevados de FDN e de água do capim-elefante nas idades de 45 e 60 dias de crescimento.

O conjunto de fatores, volume ruminal, conteúdo de FDN e composição química dos alimentos, não como fatores medidos isoladamente, podem causar o enchimento físico ruminal.

Referências

- ALLEN, M.S. **Methodologies for studying the dynamics of rumen function**. 1986. 109f. Thesis (Doctor of Philosophy) – Cornell University, Cornell.
- AROEIRA, L.J.M.; FLOPES, F.C.F.; DERESZ, F.; VERNEQUE, R.S.; MALDONADO VASQUEZ, H.; MATOS, L.L.; VITTORI, A. A pasture availability and dry matter intake of lactating crossbred cows grazing elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum). **Animal Feed Science and Technology**, v.78, n.3-4, p. 313-324, 1999.
- AROEIRA, L.J.M.; LOPES, F.C.F.; SOARES, J.P.G.; VERNEQUE, R. da S.; ARCURI, P.B.; MATOS, L.L. de Daily intake of lactating crossbred cows grazing elephantgrass rotationally. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n. 6, p. 911-917, 2001.
- AZEVEDO, G.P.C. **Produção composição química e digestibilidade in vitro do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) Cameroon em diferentes idades**.1985. 79f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.
- BENEDETTI, E. **Atributos de três gramíneas tropicais, parâmetros ruminais e produção de leite em vacas mestiças mantidas a pasto**. 1994. 173f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- BERGMAN, E.N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. **Physiology Review**, v.70, n.2, p.567-590, 1990.
- BLACK, J.L. Nutrition of the grazing ruminant. **Proceedings New Zealand Society Production**, v.50, n.1, p.7-27,1990.
- BORGES, A.L.C.C. Controle da ingestão de alimentos. Belo Horizonte: UFMG, 1999. p.67-69. (Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG, 21).
- CHILIBROSTE, P.; TAMMINGA, S.; BOER, H.; GIBB, M.J.; den DI JJEN, G. Duration of regrowth of ryegrass (*Lolium perenne*) effects on grazing behaviour, intake, rumen fill and fermentation of lactating cows. **Journal Dairy Science**, v. 83, n.5, p.984-995, 2000.
- CÓMERON, E.A. **Factores que afectan el consumo en ruminantes**. [s. l.: s. n.], 1994. Tomo 2, p. 1-36. Curso internacional de produccion lechera. INTA, Estación Experimental Agropecuaria de Rafaela - Nutrición animal, Rafaela.

- CÓSER, A.C.; MARTINS, C.E.; DERESZ, F. **Capim-elefante**: formas de uso na alimentação animal. Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de Leite, 2000. 27p. (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 57).
- DADO, R. G.; ALLEN, M. S. Intake limitations, feeding behaviour, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. **Journal Dairy Science**, v. 78, n. 1, p.118-133, 1995.
- DEMARQUILLY, C.; BOISSAU, J. M.; CUYLLE, G. Factors affecting the voluntary intake of green forage by sheep. In: INTERNATIONAL GRASSLANDS CONGRESS, 9., 1966, São Paulo. **Proceedings...** São Paulo: Secretaria de Agricultura, 1966, v. 1, p. 877-885.
- FIGUEIRA, D.G. **Efeito do nível de uréia sobre a digestibilidade aparente e in situ, e a dinâmica da fase líquida em bovinos alimentados com cana-de-açúcar e farelo de algodão**. 1991, 123f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- FORBES, J.M. **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. Walingford, CAB International, 1995. 532 p.
- GARZA-FLORES, J. D. D. **Water kinetics in the rumen of beef cattle**. 1990. 168f. Thesis (Doctor of Physiology) – Oklahoma State University, Oklahoma.
- GROVUM, W. L. A new look at what is controlling food intake. In: SYMPOSIUM OF FEED INTAKE BY BEEF CATTLE, 1986, Stillwater. **Proceedings...** Stillwater: [s. n.], 1986, p.1-40.
- HELDRICH, K. **Official methods of analysis**. 15. ed. Virginia: Association Official Analytical chemists, 1990. 1298p.
- INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE. **Ruminant nutrition**: recommended allowances and feed tables. Paris: John Libbey Eurotext, 1989. 389 p.
- JARRIGE, R.; DEMARQUILLY, C.; DULPHY, J.P.; HODEN, A.; ROBELIN, J.; BERANGER, C.; GEAY, Y.; JOURNET, M.; MALTERRE, C.; MICOL, P.; PETIT, M. The INRA "Fill Unit" system for predicting the voluntary intake of forage-based diets in ruminants: a review. **Journal Animal Science**, v. 63, n. 6, p. 1737-1758, 1986.
- LENG, R. A. Factors affecting the utilization of "poor quality" forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research Review**, v. 3, p. 277-303, 1990.
- LOPES, F.C.F.; AROEIRA, L. J. M. Consumo, digestibilidade e degradabilidade e parâmetros ruminais em vacas Holandês x Zebu alimentadas com capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) picado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 50, n. 5, p. 593-599, 1998.
- LUGINBUHL, J. M.; POND, K.L.; BURNS, J.C. Computer interface system to monitor the ingestive and ruminating behavior of grazing ruminants. In: GRAZING LIVESTOCK NUTRITION CONFERENCE, 2., 1991, Steamboat Springs. **Proceedings...** [s.l.]: Oklahoma State University, 1991. p. 177. (Oklahoma State University Agricultural Experiment Station, MP-133).
- MADSEN, J.; HVELPUND, T.; WEISBJERG, M.R. Appropriate methods for the evaluation of tropical feeds for ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v. 69, n. 1, p. 53-66, 1997.
- MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29., SIMPOSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: FAEPE, 1992. p. 188-217.
- MERTENS, D.R. Rate and extent of digestion. Chap. II. In: FORBES, J.M., FRANCE, J. (Ed.) **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Cambridge: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1993. p. 13-51.
- MILFORD, R.; MINSON, D.J. Intake of tropical pasture species. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 9., 1966, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Secretaria de Agricultura, 1966. v. 1, p. 815-822.
- MOORE, J.E. Forage Crops In: HOVELAND, C.S. (Ed.) **Crop quality, storage, and utilization**. Madison: American Society : Crop Science Society of America, 1980. p.61-91.
- OSPINA, H.P.; PRATES, E.R.; LANGWINSKI, D. Avaliação de um modelo de predição do consumo voluntário de forragens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p. 254-257.
- OWENS, F.N.; GOETSCH, A.L. Digesta passage and microbial protein synthesis. In: MILLIGAN, L. P.; GROVUM, W. L.; DOBSON, A. D. **Control of digestion and metabolism in ruminants**. New Jersey: Prentice-Hall, 1986. p. 196.
- OWENS, F.N.; GARZA, J.; DUBESKI, P. Advances in amino acid and N nutrition in grazing ruminants. In: GRAZING LIVESTOCK NUTRITION CONFERENCE, 2., 1991, Steamboat Springs. **Proceedings...** Oklahoma: Oklahoma State University, 1991. (MP,133).

POND, K.R.; ELLIS, W.C.; MATIS, J.H.; DESWYSEN, A.G. Passage of chromium-mordanted and rare earth-labelled fiber: time dosing kinetics. **Journal Animal Science**, v. 67, n. 4, p. 1020-1028, 1989.

RUIZ, T. M.; SANCHEZ, W.K.; STAPLES, C.R.; SOLLEN BERGER, L.E. Comparison of "Mott" Dwarf Elephant grass silage for lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**, v. 75, n. 3, p. 533-543, 1992.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide**. 5. ed. Cary, 1990. v.1, 956p.

SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British Journal Nutrition**, v. 32, n. 1, p. 199-208, 1974.

SEONE, J. R. Selected topics on intake and utilization of forages by cattle In: IVAN, M. **Animal Science Research and development-moving toward a new century**. Ottawa: [s.n.], 1995. p. 243-261.

SILVEIRA, A.C.; FARIA, V.P.; TOSI, H. Efeito da maturidade sobre o valor nutritivo do capim napier. **O SOLO**, v.65, n. 2, p. 35-41,1973.

SOARES, J.P.G. **Produção de leite e consumo voluntário de vacas mestiças em pastagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), sob duas doses de nitrogênio**. 1998, 65f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SOARES, J.P.G.; BER CHIELLI, T.T.; AROEIRA, L.J.M.; DERESZ, F.; VERNEQUE, R. da S. Avaliação do consumo de vacas em lactação, medido em sistema "calan gates" e estimado pelo óxido crômico. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36.,1999, **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 1999, p.275.(a)

SOARES, J.P.G.; AROEIRA, L.J.M.; PEREIRA, O.G.; MARTINS, C.E.; VALADARES FILHO, S. de C.; LOPES, F.C.F.; VERNEQUE, R. da S. Capim- elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) em pastejo, sob duas doses de nitrogênio. – Consumo e produção de leite. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 4, p. 889-897, 1999.(b)

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal British Grassland Society**, v. 18, n. 2, p. 104, 1963.

THIAGO, L.R.L.S. Fatores que afetam o consumo de forrageiras In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FORRAGEIRAS E PASTAGENS, 1994, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1994. p. 79-88.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

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

VERITÉ, R.; JOURNET, M. Facteurs qui limitent prise de vaches de laiterie. **Annales de Zootechnique**, v. 19, n. 1, p. 265-278, 1970.

WESTON, R.H. Animal factors affecting feed intake In: HACKER, J. B. (Ed.) **Nutritional limits to animal production from pastures..** Farmhand Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1982. p. 183-98.

WILSON, R.K. **A rapid accurate method for measuring volatile fatty acids and lactic acid in silage**: research report. Dublin: Agricultural Institute : Dunsinea Research Center, 1971, 7 p.

Embrapa

Rondônia

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

