

PARÂMETROS NUTRICIONAIS E PADRÕES NICTEMERAIOS DO COMPORTAMENTO INGESTIVO DE CORDEIROS SOMALIS BRASILEIRA ALIMENTADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL

Rebeca Magda da Silva Aquino¹;

Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE

<http://lattes.cnpq.br/3080588114220271>

Francisco Wellington Rodrigues Lima²;

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Valença do Piauí, PI

<http://lattes.cnpq.br/9548341939475049>

Paulo César Lopes de Arruda³;

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Piripiri, PI

<http://lattes.cnpq.br/9588390189130688>

Anna Beatriz Rêgo do Carmo⁴;

Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE

<http://lattes.cnpq.br/6810974258471510>

Rildson Melo Fontenele⁵.

Faculdade de Tecnologia CENTEC - FATEC CARIRI (FATEC Cariri), Juazeiro do Norte, CE

<http://lattes.cnpq.br/9114260410299837>

RESUMO: Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o consumo, a digestibilidade dos nutrientes e o comportamento ingestivo de ovinos Somalis Brasileira em crescimento alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável (EM). Foram utilizados 40 animais, não castrados, com peso corporal médio de $13,47 \pm 1,76$ kg. Os animais foram distribuídos em cinco tratamentos experimentais com diferentes níveis de energia metabolizável (1,18; 2,07; 2,25; 2,42 e 2,69 Mcal/kg de MS), em delineamento em blocos casualizados, com oito repetições por tratamento. Os consumos, em g/dia, de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidrato fibroso (CF) foram influenciados de forma quadrática ($P < 0,05$) pelos níveis de energia metabolizável. Efeito semelhante foi observado para os consumos de MS ($\text{g/kg}^{0,75}$) e FDN (%PV e $\text{g/kg}^{0,75}$). O aumento de EM influenciou de forma linear crescente ($P < 0,05$) os consumos (g/dia) de matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), carboidrato não fibroso (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT) e MS, em %PV. Foi observado efeito linear crescente ($P < 0,05$) para

a digestibilidade da MS, MO, CT e CNF e efeito quadrático ($P < 0,05$) para PB, EE, FDN e CF com o incremento de EM nas rações. Os tempos de alimentação e ócio (h/dia) e as eficiências de alimentação e ruminação (g FDN/h) apresentaram efeito quadrático ($P < 0,05$), enquanto as eficiências de alimentação e ruminação (g MS/h) aumentaram linearmente com o aumento dos níveis energéticos das rações. Foi observado efeito linear decrescente ($P < 0,05$) para o tempo de mastigação total, embora o tempo de ruminação não tenha sido influenciado ($P > 0,05$) pelos níveis de EM na dieta. O número de bolos ruminais, número de mastigações merícicas por dia, número de mastigações merícicas e tempo de mastigações merícicas por bolo ruminal não foram influenciados ($P > 0,05$) pelo incremento de energia. Conclui-se que o aumento dos níveis de EM das rações, até o nível de 2,69 Mcal/kg de MS, influencia o consumo, a digestibilidade dos nutrientes e o comportamento ingestivo de ovinos Somalis Brasileira em crescimento.

PALAVRAS-CHAVE: Digestão. Ingestão. Ócio. Ruminação.

NUTRITIONAL PARAMETERS AND NYCTEROHEMERAL PATTERNS OF INGESTIVE BEHAVIOR OF LAMBS BRAZILIAN SOMALI FED DIFFERENT LEVELS OF METABOLIZABLE ENERGY

ABSTRACT: The study was conducted to determine the intake, nutrient digestibility and ingestive behavior of Brazilian Somali lambs fed different levels of metabolizable energy (ME). Forty Brazilian Somali, non-castrated, with average body weight of 13.47 ± 1.76 kg. Five experiments treatments were used with different metabolizable energy levels (1.18, 2.07, 2.25, 2.42 and 2.69 Mcal/kg DM) in a randomized block design with eight replicates per treatment. Quadratic effect ($P < 0.05$) of ME level was determined for DM, CP, NDF and FC (g/day) intake. Similar effect was observed for DM ($\text{g/kg}^{0.75}$) and NDF ($\text{g/kg}^{0.75}$ and %BW). The increased of ME influence linearly increased ($P < 0.05$) consumption (g/day) of OM, EE, NFC, and TDN DM, % LW. The linear effect ($P < 0.05$) was observed for digestibility of DM, OM, TC and NFC and quadratic effect ($P < 0.05$) for CP, EE, NDF and FC with the increase of ME in the diet. Eating and idle (hours/day) and efficiencies of feeding and rumination (g NDF/h) showed a quadratic effect ($P < 0.05$), while the efficiencies of feeding and rumination (g DM/h) increased linearly with increasing power levels in the diet. We observed a negative linear effect ($P < 0.05$) for TMT, while TRU was not influenced ($P > 0.05$) by MS in the diet. The number of ruminal bolus, number of chews per day, number of chews and chews time per ruminal bolus were not affected ($P > 0.05$) by increasing energy. It is concluded that the increase of ME levels of the diet influences intake, nutrient digestibility and ingestive behavior of lambs Brazilian Somali growing.

KEY-WORDS: Digestion. Idleness. Ingestion. Rumination.

INTRODUÇÃO

Dentre os fatores que influenciam a eficiência produtiva em sistemas de produção de ruminantes, o custo de alimentação dos animais é a mais importante variável dos custos operacionais de produção. Desta maneira, o conhecimento do consumo de matéria seca das rações possibilita maior previsibilidade das respostas produtivas dos animais. A partir do conhecimento quantitativo dos nutrientes, poderão ser balanceadas dietas que resultem em maior eficiência dos sistemas de produção, por minimizar os custos com a alimentação e as perdas em nutrientes (Russell *et al.*, 1992; Sniffen *et al.*, 1992).

Vários fatores influenciam o consumo voluntário de nutrientes. Teorias individuais baseadas em enchimento físico do rúmen, fatores relacionados a *feedback* metabólico ou consumo de oxigênio, têm sido utilizadas para determinação e/ou predição do consumo de matéria seca (NRC, 2001). Segundo Mertens (1994), o desempenho animal é função direta do consumo de matéria seca digestível. Nesta circunstância, 60 a 90% do desempenho decorrem da variação do consumo, enquanto 10 a 40% provêm de flutuações na digestibilidade (Costa *et al.*, 2005).

As características de digestibilidade são intrínsecas ao alimento, bem como a sua composição, o consumo e sua intensidade assumem particular importância nos sistemas de produção animal. Desta forma, o consumo é considerado o fator mais importante na determinação do desempenho animal. Neste contexto, o estudo do comportamento ingestivo pode propiciar nova perspectiva para o modelo convencional de abordagem científica zootécnica, abrindo novos horizontes e trazendo inovações a situações não consideradas ou mal compreendidas, principalmente no que se refere às práticas de manejo (Silva *et al.*, 2004).

Dessa forma, o objetivo neste trabalho foi avaliar o consumo e a digestibilidade dos nutrientes e sua relação com as variáveis de comportamento ingestivo de cordeiros da raça Somalis Brasileira em confinamento alimentados com dietas com diferentes níveis de energia meabolizável.

MATERIAL E MÉTODOS

Local e período experimental

O experimento foi desenvolvido no Setor de Digestibilidade do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza, Ceará. O período experimental teve duração de 101 dias, com início em novembro de 2010 e término em fevereiro de 2011.

Animais, instalações e dietas experimentais

Foram utilizados 40 cordeiros da raça Somalis Brasileira, não castrados, com peso corporal médio inicial de $13,47 \pm 1,76$ kg e, aproximadamente, 60 dias de idade. Inicialmente, os animais foram pesados, identificados e vermifugados. Posteriormente, foram alocados em baias individuais em um galpão com duas áreas distintas, onde a primeira metade dos animais permaneceu em baias de alvenaria e a outra metade em baias de madeira, situadas na parte mais elevada do galpão. As baias foram providas de piso de concreto, forrado com cama de maravalha, e continham comedouros e bebedouros individuais. Os animais passaram por um período de adaptação de 14 dias.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com cinco tratamentos e oito repetições, sendo os tratamentos referentes às dietas com diferentes níveis de energia metabolizável (1,18; 2,07; 2,25; 2,42 e 2,69 Mcal/kg de MS), obtidos a partir de diferentes relações volumoso:concentrado (100:00; 80:20; 60:40; 40:60 e 20:80).

As rações experimentais foram compostas por feno de Tifton 85, farelo de soja, milho grão moído, cloreto de sódio, ureia, calcário, fosfato bicálcico e premix mineral. As rações foram formuladas conforme o NRC (2007) para conterem aproximadamente 16% de proteína bruta e promoverem ganhos de 200 g/dia; exceto para a relação 100:0, que foi formulada para atender a exigência de manutenção com 9% de proteína bruta. A composição química dos ingredientes e a composição percentual e química das rações experimentais estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1. Composição química dos ingredientes da ração em % MS.

Nutriente	Feno de Tifton 85	Farelo de soja	Milho grão moído	Concentrados ¹			
				2	3	4	5
Matéria seca	92,02	91,79	92,44	91,92	92,12	91,98	91,93
Matéria orgânica	94,37	93,29	97,98	94,07	96,74	96,71	96,38
Proteína bruta	9,25	42,74	7,99	45,08	26,21	21,47	18,88
Extrato etéreo	2,33	2,22	6,48	2,99	5,00	5,99	5,60
Matéria mineral	5,63	6,71	2,02	5,93	3,26	3,29	3,62
Fibra em detergente neutro	79,10	19,00	11,42	16,94	13,16	12,15	12,10
Fibra em detergente ácido	35,24	10,49	3,37	8,54	5,76	5,49	5,45
Carboidrato Fibroso	72,18	11,96	9,42	11,81	10,09	9,11	8,50
Lignina	4,49	0,86	0,75	0,96	0,37	1,47	0,71
Celulose	31,38	9,85	2,78	7,92	5,83	4,50	5,64
Hemicelulose	43,86	8,51	8,05	8,40	7,40	6,65	6,65
Carboidratos totais	82,79	48,33	83,51	46,00	59,57	69,24	70,53
Carboidratos não fibrosos	10,61	36,37	74,09	39,62	51,75	62,16	62,95

Fonte: Aquino *et al.* (2024).

¹Numeração correspondente ao tratamento o qual o concentrado foi utilizado.

Tabela 2. Composição percentual e química das rações experimentais.

Ingrediente (%MN)	Níveis de EM (Mcal/kg MS)				
	1,18	2,07	2,25	2,42	2,69
Feno de Tifton 85	100	80	60	40	20
Concentrado	0	20	40	60	80
Milho grão moído ¹	-	15,87	69,45	72,46	75,61
Farelo de soja ¹	-	80,65	28,53	24,88	22,59
Ureia ¹	-	3,00	1,25	1,12	0,50
Calcário ¹	-	-	-	0,54	0,66
Fosfato bicálcico ¹	-	-	-	-	0,07
Cloreto de sódio ¹	-	0,40	0,70	0,93	0,50
Premix mineral ^{1,2}	-	0,08	0,07	0,07	0,06
	Composição bromatológica (%MS)				
Matéria seca	92,02	92,00	92,06	92,00	91,95
Matéria orgânica	94,37	94,31	95,32	95,77	95,98
Matéria mineral	5,63	5,69	4,68	4,23	4,02
Proteína bruta	9,25	16,42	16,03	16,58	16,95
Extrato etéreo	2,33	2,46	3,40	4,53	4,95
Fibra em detergente neutro	79,10	66,67	52,72	38,93	25,50
Fibra em detergente ácido	35,24	29,90	23,45	17,39	11,40
Lignina	4,49	3,78	2,84	2,67	1,46
Celulose	31,38	26,69	21,16	15,25	10,79
Hemicelulose	43,86	36,77	29,27	21,54	14,09
Carboidratos totais	82,79	75,43	75,89	74,66	74,08
Carboidrato fibroso	72,18	60,11	47,35	34,34	21,24
Carboidratos não fibrosos	10,61	16,41	27,06	41,54	52,48
NDT	34,78	57,68	60,88	66,85	74,50
NDT:PB	3,76	3,51	3,80	4,03	4,39

Fonte: Aquino *et al.* (2024).

¹Composição centesimal em relação à porção concentrada da dieta.

²Composição: Ca 7,5%; P 3%; Fe 16.500 ppm, Mn 9.750 ppm, Zn 35.000 ppm, I 1.000 ppm, Se 225 ppm, Co 1.000 ppm.

Consumo e digestibilidade

O fornecimento das rações foi realizado duas vezes ao dia, às 8h e às 16h. A quantidade de alimento oferecido e de sobras foram registradas diariamente a fim de determinar o consumo de alimento, realizando-se o ajuste para permitir sobras em torno de 10% do fornecido. A água foi colocada permanentemente à disposição dos animais.

Semanalmente, foram coletadas amostras do feno, concentrados e sobras da ração total, sendo estas acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificadas e armazenadas em freezer (-10°C), onde, ao final do período experimental, formaram uma amostra composta por tratamento/animal para posteriores análises laboratoriais.

Para determinação da digestibilidade dos nutrientes, a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) foi utilizada como indicador para estimar a produção de matéria seca fecal, conforme descrito por Casali *et al.* (2008). As fezes foram coletadas diretamente na ampola retal dos animais a cada 15 dias, durante três dias consecutivos: às 9h no primeiro dia, às 12h no segundo dia e às 17h no terceiro dia, obtendo-se 18 amostras por animal. Ao final do período experimental formaram-se amostras compostas por tratamento/animal. Amostras de fezes, sobras e alimentos foram pré-secas a 55°C e moídas para posterior incubação no rúmen, em sacos de náilon por um período de 240h. Para tal, foi utilizada uma vaca Pardo Suíço, com aproximadamente 600 kg de peso corporal, alimentada com ração padrão constituída de 60% de volumoso e 40% de concentrado. Após o período de incubação, as amostras foram retiradas e lavadas em água corrente até apresentarem-se totalmente claras. Posteriormente, os sacos de náilon foram acondicionados no aparelho determinador de fibra, onde se utilizou solução de detergente neutro para a extração a 100°C por uma hora, foi realizada a lavagem dos sacos com água destilada quente (>90°C) para a total retirada do detergente, em seguida estes foram lavados com acetona, secos em estufa a 55°C por 24h e depois por uma hora em estufa a 105°C, sendo posteriormente pesados.

Análises químicas

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal - LANA/DZ/CCA/UFC. As amostras de feno, ingredientes, concentrados, sobras e fezes foram pré-secas em estufa ventilada a 55°C/72h e moídas em moinho tipo Willey com peneira de malha de 1 mm, sendo submetidas às análises de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), conforme os procedimentos recomendados pela AOAC (1990) e fibra em detergente ácido (FDA), conforme Van Soest *et al.* (1991). Para análise de fibra em detergente neutro (FDN), as amostras foram tratadas com alfa amilase, sendo corrigido para cinzas residuais (Mertens, 2002) e para compostos nitrogenados residuais (Licitra *et al.*, 1996).

Os teores de carboidratos totais (CT), com base na matéria seca, foram calculados pela fórmula: $CT (\%) = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas)$, segundo Sniffen *et al.* (1992) e os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados conforme equação proposta por Weiss (1999): $CNF (\%) = 100 - (\%FDN_{cp} + \%PB + \%EE + \%cinzas)$. Para os concentrados, devido à presença de ureia em sua constituição, o teor de CNF foi calculado conforme proposto por Hall (2000), sendo $CNF = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ derivado da ureia} + \% \text{ da ureia}) + \%FDN_{cp} + \%EE + \%cinzas]$.

O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi calculado de acordo com Weiss (1999): $NDT = PBd + CNFd + FDN_{cpd} + (EEd \times 2,25)$; onde PBd, CNFd, FDN_{cpd} e EEd correspondem a proteína bruta digestível, carboidratos não-fibrosos digestíveis, fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína digestível e extrato etéreo digestível,

respectivamente. A energia digestível (ED) da dieta foi estimada em 4,409 Mcal/kg de NDT e convertida em energia metabolizável (EM) usando uma eficiência de 82% (NRC, 2000).

Comportamento ingestivo

Para mensuração do comportamento ingestivo, os animais foram submetidos à observação visual aos 96º e 97º dia experimental. No primeiro dia foi realizada observação visual, em intervalos de cinco minutos durante 24h, para determinação do tempo despendido com alimentação, ruminação e ócio, conforme metodologia proposta por Johnson e Combs (1991). O galpão foi mantido sob iluminação artificial à noite durante todo o período experimental.

No segundo dia, os animais foram observados durante três períodos de duas horas (8 às 10h; 14 às 16h e 18 às 20h), sendo coletadas informações para se estimar o número de mastigações merícicas por bolo ruminal e o tempo despendido com mastigação merícica por bolo ruminal, utilizando-se cronômetro digital.

As variáveis do comportamento ingestivo foram obtidas pelas equações:

$$EAL = CMS/TAL; \quad EAL = CFDN/TAL;$$

$$ERU = CMS/TRU; \quad ERU = CFDN/TRU;$$

$$TMT = TAL + TRU;$$

$$NBR = TRU/MMtb;$$

$$MMnd = NBR * MMnb, \text{ onde:}$$

EAL (g MS/h, g FDN/h) corresponde à eficiência de alimentação; CMS (g MS/dia) corresponde ao consumo de MS; TAL (h/dia) corresponde ao tempo de alimentação; CFDN (g FDN/dia) corresponde ao consumo de FDN; ERU (g MS/h, g FDN/h) corresponde à eficiência de ruminação; TRU (h/dia) corresponde ao tempo de ruminação; TMT (h/dia) corresponde ao tempo de mastigação total; NBR (nº/dia) corresponde ao número de bolos ruminais; MMtb (seg/bolo) corresponde ao tempo de mastigação merícica por bolo ruminal, MMnb (nº/bolo) corresponde ao número de mastigações merícicas por bolo ruminal e MMnd (nº/bolo) sendo o número de mastigações por dia (Polli *et al.*, 1996).

Análise estatística

O peso inicial dos animais foi utilizado como covariável. Verificou-se o efeito de bloco, representado pelas distintas áreas do galpão. O modelo matemático utilizado foi: $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \tau_1 + e_{ijk}$, onde Y_{ijk} = valor observado na parcela que recebeu o tratamento i no bloco j ;

μ = média geral da população; α_i = efeito do tratamento i (1, 2, 3, 4, 5); β_j = efeito do bloco j (1, 2); τ_1 = efeito da covariável peso inicial; e_{ijk} = erro aleatório.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando PROC GLM do SAS versão 9.0 (SAS, 2003). Foram testados os efeitos de grau linear, quadrático e cúbico quando observado nível de significância de 5%, ajustou-se equação de regressão usando PROC REG do SAS (9.0).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado efeito quadrático dos níveis de energia metabolizável (EM; $P < 0,05$) sobre o consumo de matéria seca, expresso em g/dia e $\text{g/kg}^{0,75}$, entretanto, quando expresso em %PC, o efeito foi linear crescente (Tabela 3). Os consumos máximos de MS estimados foram 684,74 g/dia e 71,52 $\text{g/kg}^{0,75}$, para os níveis de 2,69 e 2,42 Mcal/kg de MS, respectivamente.

Tabela 3. Consumo de nutrientes em ovinos Somalis Brasileira em função dos níveis de EM das rações experimentais.

Variáveis	Níveis de EM (Mcal/kg de MS)					EPM	Efeito		
	1,18	2,07	2,25	2,42	2,69		L	Q	C
Consumo (g/dia)									
MS ¹	390,52	549,45	695,00	762,15	636,83	22,18	<0,0001	0,0334	0,0005
MO ²	332,16	517,32	664,04	732,26	631,65	23,64	<0,0001	0,0446	0,6578
PB ³	32,43	104,75	134,93	135,09	127,18	6,55	<0,0001	0,0106	0,1725
EE ⁴	8,40	14,76	24,83	35,16	32,36	1,67	<0,0001	0,0378	0,0589
FDN ⁵	321,35	377,12	341,61	269,96	153,84	14,75	0,0017	<0,0001	0,8598
CT ⁶	287,65	401,03	495,07	538,29	462,74	15,96	<0,0001	0,0698	<0,0001
CF ⁷	254,85	338,08	305,37	239,3	127,68	13,37	0,0194	<0,0001	0,8299
CNF ⁸	36,82	100,50	207,55	342,94	375,06	21,48	<0,0001	<0,0001	<0,0001
NDT ⁹	144,47	318,55	434,70	511,20	481,09	21,56	<0,0001	0,6561	<0,0001
Consumo (%PC)									
MS ¹⁰	2,68	3,04	3,64	3,59	3,38	0,07	<0,0001	0,1475	0,0004
FDN ¹¹	2,27	2,17	1,82	1,30	0,78	0,10	<0,0001	<0,0001	0,0595
Consumo ($\text{g/kg}^{0,75}$)									
MS ¹²	52,12	62,70	75,75	76,94	67,13	1,63	<0,0001	0,0115	0,0809
FDN ¹³	43,91	44,24	37,84	27,73	16,49	1,85	<0,0001	<0,0001	0,1166

Fonte: Aquino *et al.* (2024).

EPM: erro padrão da média; L: efeito linear; Q: efeito quadrático; C: efeito cúbico;

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

$${}^1\hat{Y} = -277,72+714,97EM-132,78EM^2* (R^2=0,64);$$

$${}^2\hat{Y} = 59,84+243,17EM* (R^2=0,69);$$

$${}^3\hat{Y} = -197,57+249,87EM-47,38EM^2* (R^2=0,82);$$

$${}^4\hat{Y} = -14,98+17,92EM (R^2=0,73);$$

$${}^5\hat{Y} = -447,93+987,38EM-284,18EM^2* (R^2=0,74);$$

$${}^6\hat{Y} = 125,73+146,80EM* (R^2=0,55);$$

$${}^7\hat{Y} = -563,99+1036,09EM-289,84EM^2* (R^2=0,77);$$

$${}^8\hat{Y} = -283,15+233,08EM* (R^2=0,76);$$

$${}^9\hat{Y} = -139,05+244,32EM* (R^2=0,83);$$

$${}^{10}\hat{Y} = 2,03+0,58EM* (R^2=0,68);$$

$${}^{11}\hat{Y} = -0,76+4,15EM-1,34EM^2* (R^2=0,85);$$

$${}^{12}\hat{Y} = -5,12+63,30EM-13,07EM^2* (R^2=0,55);$$

$${}^{13}\hat{Y} = -25,19+92,78EM-28,88EM^2* (R^2=0,85).$$

Os resultados encontrados no presente estudo diferem dos obtidos por Cardoso *et al.* (2006) que estudando cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro (43; 37; 31 e 25% de FDN), observaram efeito linear crescente sobre o consumo de matéria seca, expresso em kg/dia e g/kg^{0,75}, e efeito quadrático quando expresso em %PC.

No que se refere ao consumo de MO, EE, CNF e NDT, expressos em g/dia, foi observado efeito linear crescente ($P<0,05$; Tabela 3), o que pode ser explicado devido a maior concentração destes nutrientes nas dietas (Tabela 2). O consumo de CT também apresentou comportamento semelhante, apesar da diminuição do teor deste nutriente com o aumento dos níveis de energia nas dietas. Tal fato pode estar associado ao aumento na digestibilidade desse nutriente (Tabela 4). Resultados semelhantes foram obtidos por Fontenele *et al.* (2011) estudando ovinos Santa Inês alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável (2,08; 2,28; 2,47 e 2,69 Mcal de EM/kg de MS).

Os consumos de PB, FDN e CF, expressos em g/dia, foram influenciados de forma quadrática ($P<0,05$) pelos níveis de energia metabolizável na dieta, onde foram estimados os consumos máximos em 131,87; 409,73 e 361,94 g/dia, correspondendo aos níveis de 2,64, 1,74 e 1,79 Mcal/kg de MS, respectivamente (Tabela 3). Camilo *et al.* (2012), trabalhando com níveis crescentes de energia metabolizável (0,96; 1,28; 1,72; 2,18 e 2,62 Mcal/kg de MS) em cordeiros Morada Nova, registraram efeito quadrático para os consumos de FDN e CF, expressos em g/dia, porém observaram efeito linear crescente para o consumo de PB.

O consumo de FDN, em %PC e g/kg^{0,75}, apresentou efeito quadrático (P<0,05) com pontos de máxima estimados em 2,45 %PC e 49,33 g/kg^{0,75} referentes aos níveis de 1,55 e 1,61 Mcal/kg de MS, respectivamente. A relação entre a ingestão de MS e o conteúdo de FDN na ração é quadrática mostrando que existe um ponto de inflexão entre o controle físico e fisiológico, no qual o efeito da massa de FDN sobre a ingestão cessa, e esta passa a depender do requerimento do animal (Van Soest, 1965).

Segundo Mertens (1994), a base para expressar consumo não é semelhante para os mecanismos físicos e fisiológicos de controle. O ideal é expressar em %PC quando se refere a rações de baixa qualidade, uma vez que a ingestão é limitada pelo enchimento do rúmen e está mais relacionada ao tamanho e à capacidade do trato digestório. Porém, quando o consumo é limitado pela demanda fisiológica de energia, a melhor forma de expressá-lo é com base no peso metabólico. O mecanismo de regulação fisiológica pode ser interpretado em uma situação onde, no consumo de matéria seca, a concentração energética da dieta seja igual ao requerimento animal (Mertens, 1994).

As digestibilidades da MS, MO, CT, CF e CNF foram influenciadas de modo linear crescente (P<0,05) com o incremento de EM na dieta (Tabela 4). Tal comportamento foi semelhante ao encontrado por Alves *et al.* (2003) avaliando ovinos Santa Inês alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável (2,42; 2,66; e 2,83 Mcal/kg de MS).

Tabela 4. Digestibilidade de nutrientes em ovinos Somalis Brasileira em função dos níveis de EM das rações experimentais.

Variáveis (%)	Níveis de EM (Mcal/kg de MS)					EPM	Efeito		
	1,18	2,07	2,25	2,42	2,69		L	Q	C
MS ¹	39,78	56,49	59,76	63,72	64,96	1,60	<0,0001	0,2412	0,3805
MO ²	45,59	57,19	61,02	65,76	67,77	1,38	<0,0001	0,5797	0,1400
PB ³	28,08	64,88	65,55	63,55	62,81	2,79	<0,0001	<0,0001	0,0389
EE ⁴	39,29	29,34	55,82	68,69	73,55	2,86	<0,0001	<0,0001	<0,0001
FDN ⁵	53,81	55,50	48,48	36,44	22,60	2,10	<0,0001	<0,0001	0,0773
CT ⁶	47,55	55,44	59,07	64,21	67,33	1,33	<0,0001	<0,0001	0,0778
CF ⁷	50,83	53,88	47,99	34,91	15,76	2,39	<0,0001	0,0940	0,2687
CNF ⁸	32,31	70,04	81,02	88,14	88,81	3,37	<0,0001	0,0025	0,0021

Fonte: Aquino *et al.* (2024).

EPM: erro padrão da média; L: efeito linear; Q: efeito quadrático; C: efeito cúbico.

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

$${}^1\hat{Y} = 19,85 + 17,49EM^* (R^2=0,77);$$

$${}^2\hat{Y} = 27,20 + 15,20EM^* (R^2=0,79);$$

$${}^3\hat{Y} = -115,34 + 154,76EM - 33,14EM^{2*} (R^2=0,91);$$

$${}^4\hat{Y} = 129,19 - 123,13EM + 38,90EM^{2*} (R^2=0,72);$$

$${}^5\hat{Y} = -34,47 + 117,27EM - 35,86EM^{2*} (R^2=0,91);$$

$${}^6\hat{Y} = 30,64 + 13,22EM^* (R^2=0,64);$$

$${}^7\hat{Y} = 83,11 - 19,89 (R^2=0,45);$$

$${}^8\hat{Y} = -12,82 + 40,03EM^* (R^2=0,92).$$

Os valores para a digestibilidade dos CNF foram inferiores aos relatados na literatura (Van Soest, 1967), pois estes apresentam digestibilidade quase que completa no trato gastrintestinal dos ruminantes, em média 98%.

Van Soest (1967) utilizou o teste da uniformidade nutricional para estabelecer a regressão entre a quantidade digestível (coeficiente de digestibilidade × concentração na forragem) do conteúdo celular e sua porcentagem na MS da forragem. O coeficiente angular da equação representa a digestibilidade verdadeira média, enquanto o intercepto corresponde à excreção endógena do componente. Em seu trabalho, Van Soest (1967) encontrou para o conteúdo celular a equação $Y = -12,9 + 0,98x$, ou seja, esta fração apresenta digestibilidade verdadeira média de 98%.

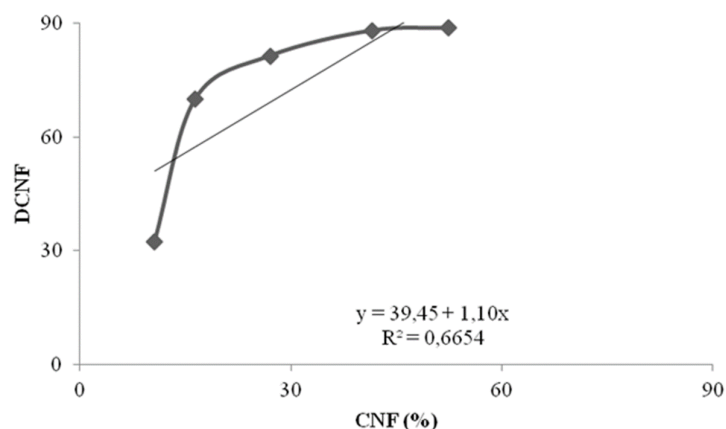
Tal coeficiente está de acordo com a observação de Jarrige (1967), citado por Van Soest (1967), de que as fezes dos ruminantes são isentas de carboidratos solúveis. Desta forma, Cabral *et al.* (2006) afirmam que o conteúdo celular das forragens não possui identidade química com o correspondente material solúvel das fezes. Assim, a digestibilidade aparente dos compostos nitrogenados e do conteúdo celular é função da sua concentração na forragem ou na dieta, relativo à sua produção endógena, o que está de acordo com os coeficientes de digestão aparentes obtidos neste estudo.

A digestibilidade verdadeira dos CNF foi estimada semelhantemente ao relatado por Van Soest (1967) e seguindo o trabalho de Cabral *et al.* (2006), onde foi feita regressão entre a quantidade digestível dos CNF (conteúdo na dieta x coeficiente de digestão) e a porcentagem destes compostos nas dietas (Figura 1). Obteve-se 1,1 como valor correspondente ao coeficiente angular da regressão, sendo próximo ao valor 0,98 verificado por Van Soest (1967), indicando assim que a digestibilidade verdadeira destes compostos é praticamente completa.

Entretanto, o excesso de CNF merece atenção especial, por serem prontamente fermentáveis podem comprometer a atividade microbiana no rúmen quando em altas quantidades, principalmente no que se refere à atividade das bactérias fibrolíticas,

prejudicando assim o processo de digestão.

Figura 1. Estimativa da quantidade digestível dos CNF (DCNF, em %) em função da sua porcentagem na MS das dietas.



Fonte: Aquino *et al.* (2024).

A digestibilidade da PB e FDN apresentaram comportamento quadrático ($P < 0,05$; Tabela 4) com pontos de máxima estimados em 65,34 e 61,40% referente aos níveis 2,33 e 1,64 Mcal/kg de MS, respectivamente.

Véras *et al.* (2000) trabalhando com bovinos Nelore alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado (25; 37,5; 50; 62,5 e 75%), observaram efeito quadrático para a digestibilidade da PB, EE e FDN. Segundo Mertens (1992), a redução excessiva da quantidade de fibra nas dietas de ruminantes pode prejudicar a digestibilidade total dos alimentos. Uma vez que, para manutenção das condições ótimas do rúmen, a fibra é fundamental, pois altera as proporções de ácidos graxos voláteis, em especial a relação acetato:propionato; estimula a mastigação e mantém o pH em níveis adequados ($6,7 \pm 0,5$) à atividade microbiana.

A digestibilidade do EE apresentou comportamento semelhante, e derivando-se a equação foi obtido o ponto de mínima estimado em 31,56%, correspondente ao nível 1,58 Mcal/kg de MS. Segundo o NRC (2001), o EE não representa uma fração nutricionalmente uniforme e, portanto, não tem digestibilidade constante entre os alimentos.

Verificou-se efeito dos níveis de EM sobre o tempo de alimentação e ócio, expressos em h/dia, os quais foram influenciados de forma quadrática ($P < 0,05$; Tabela 6), sendo que o tempo máximo de alimentação e o tempo mínimo de ócio foram de 6 e 9,4 h/dia para os níveis de 1,61 e 1,59 Mcal/kg de MS, respectivamente.

Quanto menor a ingestão de fibra, menor será o tempo despendido pelos animais em ingestão, aumentando assim, o tempo em que estes permanecem em ócio (Van Soest, 1994). Carvalho *et al.* (2006), estudando o comportamento ingestivo de cabras alimentadas

com forragem contendo diferentes níveis de FDN (20, 27, 34, 41 e 48%), relataram aumento linear no tempo despendido em alimentação e redução no tempo despendido em ócio.

Tabela 5. Tempo de alimentação (TAL), eficiência de alimentação (EAL), tempo de ruminação (TRU), eficiência de ruminação (ERU), tempo de mastigação total (TMT) e ócio, em função dos níveis de EM das rações experimentais.

Variáveis	Níveis de EM (Mcal/kg de MS)					EPM	Efeito		
	1,18	2,07	2,25	2,42	2,69		L	Q	C
TAL (h/dia) ¹	5,48	6,33	4,52	3,90	3,67	0,22	0,0021	0,0049	0,0022
EAL (g MS/h) ²	73,79	87,67	163,90	199,16	192,68	10,68	<0,0001	0,1255	0,0100
EAL (g FDN/h) ³	60,25	60,61	80,53	71,12	47,54	3,51	0,8306	0,0331	0,0237
TRU (h/dia) ⁴	8,41	8,61	6,77	7,84	7,20	0,28	0,1401	0,6836	0,4328
ERU (g MS/h) ⁵	47,48	64,06	130,77	100,31	90,50	8,36	0,0235	0,3775	0,0809
ERU (g FDN/h) ⁶	39,59	44,04	64,05	35,28	22,44	4,10	0,4103	0,0126	0,4212
TMT (h/dia) ⁷	13,89	14,95	11,29	11,75	10,87	0,43	0,0119	0,1074	0,0571
Ócio (h/dia) ⁸	10,12	8,98	12,63	12,03	13,60	0,43	0,0058	0,0319	0,0956

Fonte: Aquino *et al.* (2024).

EPM: erro padrão da média; L: efeito linear; Q: efeito quadrático; C: efeito cúbico.

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

NS = não significativo.

$${}^1\hat{Y} = -0,15+7,62EM-2,36EM^{2*} (R^2=0,77);$$

$${}^2\hat{Y} = -46,00+89,10EM^* (R^2=0,88);$$

$${}^3\hat{Y} = -40,49+123,20EM-32,93EM^{2*} (R^2=0,83);$$

$${}^4\hat{Y} = 7,77^{NS};$$

$${}^5\hat{Y} = 6,98+37,58EM^* (R^2=0,74);$$

$${}^6\hat{Y} = -88,74+160,33EM-44,14EM^{2*} (R^2=0,74);$$

$${}^7\hat{Y} = 17,12-2,14EM^* (R^2=0,68);$$

$${}^8\hat{Y} = 18,48-11,47EM+3,63EM^{2*} (R^2=0,71).$$

As eficiências de alimentação e ruminação, em g FDN/h, apresentaram efeito quadrático ($P<0,05$; Tabela 5), onde os pontos de máxima foram referentes a 74,74 e 56,85 g FDN/h, correspondente aos níveis 1,87 e 1,82 Mcal/kg MS, respectivamente.

Para as eficiências de alimentação e de ruminação, em g MS/h, houve efeito linear crescente ($P<0,05$) à medida que os níveis de EM nas rações aumentaram. Segundo Van Soest (1994), o tempo despendido em ruminação é influenciado pela natureza da dieta, sendo proporcional ao teor de parede celular dos volumosos. Desta forma, em dietas

com proporções maiores de concentrado é observada maior eficiência de ruminação ou mastigação.

As inferências de Dado e Allen (1995) reiteram as observações de Van Soest (1994), ao afirmarem que o número de períodos de ruminação aumenta com o aumento no teor de fibra da dieta, havendo a necessidade de processamento da digesta ruminal para elevar a eficiência digestiva. Porém, neste estudo, o tempo de ruminação não foi influenciado ($P>0,05$; Tabela 5) pelos níveis de EM.

Já o tempo de mastigação total apresentou efeito linear decrescente ($P<0,05$; Tabela 5). Segundo Dulphy *et al.* (1980), quando decrescem os constituintes da parede celular da dieta, reduz o tempo total de mastigação. Resultados semelhantes foram observados por Fontenele *et al.* (2011), estudando ovinos Santa Inês alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável (2,08; 2,28; 2,47 e 2,69 Mcal de EM/kg de MS), e Camilo *et al.* (2012), trabalhando com níveis crescentes de energia metabolizável (0,96; 1,28; 1,72; 2,18 e 2,62 Mcal/kg de MS) em cordeiros Morada Nova.

O número de bolos ruminais, número de mastigações meréricas e de mastigações meréricas por bolo ruminal e o tempo de mastigações meréricas por bolo ruminal não foram influenciados ($P>0,05$; Tabela 6) pelos níveis de EM.

Segundo Jeon *et al.* (1997) e Lee *et al.* (2004), quanto menor o tamanho das partículas do volumoso, menor será o número de bolos ruminais. Entretanto, o volumoso utilizado foi finamente moído, possibilitando assim uma semelhança no tamanho das partículas entre os tratamentos, provavelmente tal fato foi responsável por não haver diferença significativa entre os mesmos em relação às variáveis citadas.

Tabela 6. Número de bolos ruminais (NBR), número de mastigações meréricas por dia (MMnd), número de mastigações meréricas por bolo ruminal (MMnb) e tempo de mastigações meréricas por bolo ruminal (MMtb), em função dos níveis de EM das rações experimentais.

Variáveis	Níveis de EM (Mcal/kg de MS)					Efeito			
	1,18	2,07	2,25	2,42	2,69	EPM	L	Q	C
NBR (nº/dia) ¹	706,88	675,01	528,28	624,43	608,57	24,70	0,1254	0,6407	0,4081
MMnd (nº/dia) ²	43970,46	46180,44	33747,66	43340,84	36565,81	1740,80	0,2024	0,5698	0,6460
MMnb (nº/bol) ³	61,85	68,25	66,40	70,08	61,24	1,55	0,6203	0,0744	0,4112
MMtb (seg/bol) ⁴	42,78	46,28	48,68	46,06	43,70	1,11	0,5214	0,1300	0,6317

Fonte: Aquino *et al.* (2024).

EPM: erro padrão da média; L: efeito linear; Q: efeito quadrático; C: efeito cúbico.

NS: não significativo.

$^1\bar{Y}=628,63^{NS}$;

$^2\bar{Y}=40761,04^{NS}$;

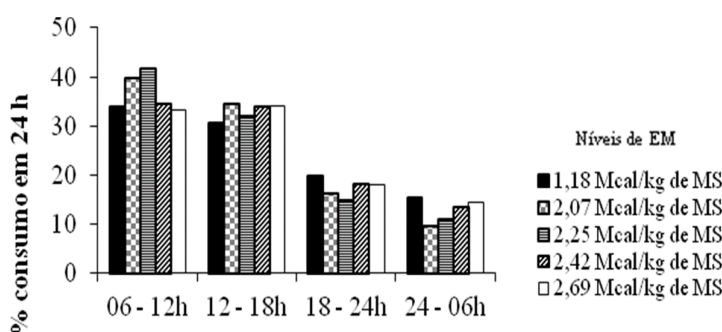
$^3\bar{Y}=65,56^{NS}$;

$^4\bar{Y}=45,50^{NS}$.

Foi observado que 69,64% do consumo total concentrou-se durante o dia (Figura 2), sendo este valor referente à soma dos períodos de 6 às 12 e 12 às 18 horas. Pereira *et al.* (2009) e Macedo *et al.* (2007) observaram médias de 83,92% e 57,12%, respectivamente, com o tempo gasto com alimentação somando os períodos de 6 às 12 horas e 12 às 18 horas.

Segundo Dado e Allen (1995), a ingestão de MS é elevada após o fornecimento da ração, quando o alimento ainda está fresco. Como os ruminantes são animais de hábito diurno, a atividade de alimentação é mais frequente durante o dia, contudo esse comportamento pode variar (Forbes, 1995).

Figura 2. Distribuição das atividades de consumo em quatro períodos de tempo (6 às 12 h; 12 às 18 h; 18 às 24 h; e 24 às 6 h) do dia.



Fonte: Aquino *et al.* (2024).

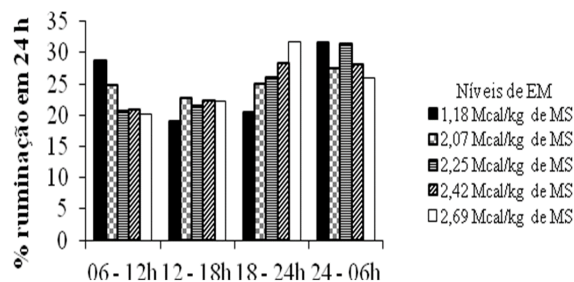
Foi observado que 55,29% da atividade de ruminação concentrou-se durante a noite (Figura 3), sendo este valor referente à soma dos períodos de 18 às 24 e 24 às 06 horas.

Após 10 horas do fornecimento da alimentação (Período 3), observou-se o início do padrão diário da atividade de ruminação, atingindo valores máximos durante às 6 horas subsequentes (Período 4).

Polli *et al.* (1996) observaram que, a atividade de ruminação é influenciada pela atividade de alimentação e ocorre após os períodos de ingestão do alimento, com o animal em estado de repouso.

Cardoso *et al.* (2006), avaliando cordeiros em confinamento, constaram que, a maior parte da atividade de ruminação (50,92%) ocorreu no período noturno. Segundo Fischer *et al.* (1998), os animais ruminam preferencialmente à noite, porém são também ritmados pelo fornecimento de alimento e sofrem forte influência da relação volumoso:concentrado da dieta.

Figura 3. Distribuição das atividades de ruminação em quatro períodos de tempo (6 às 12 h; 12 às 18 h; 18 às 24 h; e 24 às 6 h) do dia.



Fonte: Aquino *et al.* (2024).

CONCLUSÃO

O aumento dos níveis de energia metabolizável das rações influencia o consumo, a digestibilidade dos nutrientes e o comportamento ingestivo de ovinos Somalis Brasileira em crescimento.

O nível de 2,42 Mcal/kg de MS, nas condições estudadas no experimento, mostrou os melhores resultados, entretanto devem-se analisar vários fatores a fim de se escolher o melhor nível energético.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, K. S.; CARVALHO, F. F. R.; VÉRAS, A. S. C.; FERREIRA, M. A.; COSTA, R. G.; SANTOS, E. P.; FREITAS, C. R. G.; SANTOS JÚNIOR, C. M.; ANDRADE, D. K. B. Níveis de energia em dietas para ovinos Santa Inês: Digestibilidade aparente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1962-1968, 2003. Suplemento 2.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis**. 15. ed. Arlington: AOAC International. 1990. 1117 p.

CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; MALAFAIA, P. A. M.; ZERVOUDAKIS, J. T.; SOUZA, A. L.; VELOSO, R. G.; NUNES, P. M. M. Consumo e digestibilidade dos nutrientes em bovinos alimentados com dietas à base de volumosos tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 6, p. 2406-2412, 2006.

CAMILO, D. A.; PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; OLIVEIRA, R. L.; CÂNDIDO, M. J. D.; COSTA, M. R. G. F.; AQUINO, R. M. S. Intake and feeding behavior of Morada Nova lambs fed different energy levels. **Italian Journal of Animal Science**, v. 11, n. 1, p. 13-19, 2012.

CARDOSO, A. R.; CARVALHO, S.; GALVANI, D. B.; PIRES, C. C.; GASPERIN, B. G.; GARCIA, R. P. A. Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 604-609, 2006.

CARVALHO, S.; RODRIGUES, M. T.; BRANCO, R. H.; RODRIGUES, C. A. F. Comportamento ingestivo de cabras Alpinas em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro proveniente da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 2, p. 562-568, 2006.

CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, J. C.; HENRIQUES, L. T.; FREITAS, S. G.; PAULINO, M. F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 335-342, 2008.

COSTA, M. A. L. Desempenho, digestibilidade e características de carcaça de novilhos zebuínos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, 2005.

DADO, R. G.; ALLEN, M. S. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary or inert bulk. **Journal of Dairy Science**, v. 78, n. 1, p. 119-133, 1995.

DULPHY, J. P.; REMOND, B.; THERIEZ, M. Ingestive behavior and related activities in ruminants. *In*: RUCKEBUSH, Y.; THIVEND, P. (Eds.) **Digestive physiology and metabolism in ruminants**. Lancaster: MTP, 1980. p. 103-122.

FIRKINS, J. L. Effects of feeding non forage fiber sources on site of fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 7, p. 1426-1437, 1997.

FISCHER, V.; DESWYSEN, A. G.; DÈSPRES, L.; DUTILLEUL, P.; LOBATO, J. F. P. Padrões nictemerais do comportamento ingestivo de ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 2, p. 362-369, 1998.

FONTENELE, R. M.; PEREIRA, E. S.; CARNEIRO, M. S. S.; PIMENTEL, P. G.; CÂNDIDO, M. J. D.; REGADAS FILHO, J. G. L. Consumo de nutrientes e comportamento ingestivo de cordeiros da raça Santa Inês alimentados com rações com diferentes níveis de energia metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 6, p. 1280-1286, 2011.

FORBES, J. M. **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. Wallington: CAB International, 1995. 532 p.

HALL, M. B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain**

non-protein nitrogen. Gainesville: University of Florida, 2000. p. 25. Bulletin, 339.

JEON, B. T. *et al.* The effect of different fiber sources on chewing behavior of Korean native cattle. **Korean Journal of Animal Science**, v. 39, n. 4, p. 383-390, 1997.

JOHNSON, T. R.; COMBS, D. K. Effects of pre partum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 3, p. 933-944, 1991.

KONONOFF, P. J.; HEINRICHS, A. J. The effect of reducing alfafa haylage particle size on cows in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 4, p. 1445-1457, 2003.

LEE, W. S.; LEE, B. S.; LEE, S. C.; LEE, S. S.; LEE, S. Y.; LEE, D. Y.; HA, J. K. Effects of rice straw and rice hull supplement on rumination and chewing behavior in Hanwoo steers. **Korean Journal of Animal Science**, v. 46, n. 1, p. 49-54, 2004.

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

MACEDO, C. A. B.; MIZUBUTI, I. Y.; MOREIRA, F. B.; PEREIRA, E. S.; RIBEIRO, E. L. A.; ROCHA, M. A.; RAMOS, B. M. O.; MORI, R. M.; PINTO, A. P.; ALVES, T. C.; CASIMIRO, T. R. Comportamento ingestivo de ovinos recebendo dietas com diferentes níveis de bagaço de laranja em substituição à silagem de sorgo na ração. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1910-1916, 2007.

MERTENS, D. R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29., 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p. 188-219.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JUNIOR, G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p. 450-493.

MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 7, p. 1463-1481, 1997.

MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 85, n. 6, p. 1217-1240, 2002.

MIRANDA, L. F.; QUEIROZ, A. C.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; PEREIRA, E. S.; CAMPOS, J. M. S.; LANNA, R. P.; MIRANDA, J. R. Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 3, p. 614-620, 1999.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients Requeriments of Beef Cattle**. 8. ed. Washington: D.C.: National Academy Press, 2000. 248 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients Requeriments of Dairy Cattle**. Washington: D.C.: National Academy Press, 2001. 57 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Sheep**. Washington: D.C.: National Academic Press, 2007. 362 p.

PEREIRA, E. S.; MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; SELAIVE-VILLARROEL, A. B.; PIMENTEL, P. G. Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes e comportamento ingestivo de bovinos da raça Holandesa alimentados com dietas contendo feno de capim-tifton 85 com diversos tamanhos de partícula. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 190-195, 2009.

POLLI, V. A.; RESTLE, J.; SENNA, D. B.; ALMEIDA, S. R. S. Aspectos relativos à ruminação de bovinos e bubalinos em regime de confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 25, n. 5, p. 987-993, 1996.

RUSSEL, J. B.; O'CONNOR, J. D.; RAPOSA, D. G.; VAN SOEST, P. J.; SNIFFEN, C. J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. 1. Rumen fermentation. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3551-3561, 1992.

SAS INSTITUTE INC. **Statistical Analysis System for Windows**, Release 9.1. SAS Inst., Inc., Cary, NC, USA, 2003.

SILVA, R. R.; CARVALHO, G. G. P.; MAGALHÃES, A. F.; SILVA, F. F.; PRADO, I. N.; FRANCO, I. L.; VELOSO, C. M.; CHAVES, M. A.; PANIZZA, J. C. J. Comportamento ingestivo de novilhas mestiças de holandês suplementadas em pastejo de *brachiaria decumbes*. Aspectos metodológicos. **Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 5, n. 10, p. 1-6, 2004.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; RAPOSA, D. G.; RUSSEL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 10, p. 3562-3577, 1992.

VAN SOEST, P. J. Voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, 24, n. 3, p. 834-843, 1965.

VAN SOEST, P. J. Development of a comprehensive system of feeds analysis and its applications to forages. **Journal of Animal Science**, v.26, n.1, p.119-128, 1967

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 of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. London: Comstock Publishing Associates, 1994. 476p.

VÉRAS, A. S. C.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; PAULINO, M. F.; CECON, P. R.; VALADARES, R. F. D.; FERREIRA, M. A.; CABRAL, L. S. Consumo e digestibilidade aparente em bovinos nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 2367-2378, 2000 (Suplemento 2).

WEISS, W. P. Energy prediction equations for ruminant feeds. *In*: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.