

Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes em ovinos alimentados com dietas contendo diferentes quantidades de farelo de linhaça

Danieli Perez Fernandes¹, Paulo de Figueiredo Vieira¹, Carlos Henrique Silveira Rabelo², Flávio Henrique Silveira Rabelo^{3*}, Flávio Moreno Salvador⁴, Adauton Vilela de Rezende¹, Ricardo Andrade Reis².

¹Universidade José do Rosário Vellano, Alfenas, MG, Brasil

²Universidade Estadual Paulista, São Paulo, SP, Brasil

³ Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, Brasil

⁴Instituto Federal de Ciência, Educação e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Uberlândia, MG, Brasil

*Autor correspondente, e-mail: flaviohs.agro@yahoo.com.br

Resumo

Objetivou-se com este trabalho avaliar o consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes em ovinos alimentados com dietas contendo diferentes quantidades de farelo de linhaça. Avaliaram-se quatro dietas: silagem de milho exclusiva - SM; SM + concentrado; SM + concentrado + 5% de farelo de linhaça - FL; SM + concentrado + 10% de FL. O consumo de matéria seca (MS) aumentou nas dietas contendo concentrado quando comparado à dieta com silagem de milho exclusiva ($P < 0,05$), entretanto, não houve efeito da inclusão de farelo de linhaça nas dietas (0; 5 e 10%). Como esperado, as dietas contendo 5 e 10% de farelo de linhaça promoveram aumento no consumo de extrato etéreo (EE). Verificou-se maior digestibilidade aparente da MS, matéria orgânica (MO) e fibra em detergente neutro (FDN) nos animais alimentados com dietas contendo concentrado, independente da proporção de farelo de linhaça. De acordo com as condições experimentais em que foi desenvolvido o trabalho, recomenda-se fornecer as dietas com quantidades de até 5% de farelo de linhaça, pois não há efeito negativo sobre o consumo de matéria seca e de nutrientes, assim como sobre a digestibilidade aparente.

Palavras-chave: energia, fração fibrosa, *Linum usitatissimum*, lipídeos, nutrição animal

Intake and apparent digestibility of nutrients in sheep fed with diets containing different amounts of linseed meal

Abstract

The aim of this research was to evaluate the intake and apparent digestibility of nutrients in sheep fed with diets containing different amounts of linseed meal. The treatments evaluated were: corn silage exclusive (control); corn silage + concentrate; corn silage + concentrate + 5% of linseed meal; corn silage + concentrate + 10% of linseed meal. The dry matter (DM) intake has increased in diets containing concentrated if compared to diet exclusively with corn silage ($P < 0.05$), however, there was no effect of the inclusion of linseed meal in diets (0; 5 and 10%). As it was expected, the diets containing 5 and 10% of linseed meal resulted in an increase of ether extract (EE) intake. A higher apparent digestibility of DM, organic matter (OM) and neutral detergent fiber (NDF) in the animals fed with diets containing the concentrate was observed, independently of linseed meal proportion. According to the experimental conditions under which the experiment was developed, it is recommended to provide the diets containing until 5% of linseed meal, because there is no negative effect on dry matter and nutrients intake, as well as on apparent digestibility.

Keywords: energy, fibrous fraction, *Linum usitatissimum*, lipid, animal nutrition

Recebido: 09 Abril 2012
Aceito: 23 Novembro 2012

Introdução

O fornecimento de forragens conservadas em sistemas de criação intensiva é uma estratégia interessante, pois, a fonte de alimento mais barata (pastagem) para engorda dos animais é escassa durante o período seco do ano. Neste sentido, a silagem de milho apresenta grande destaque por possuir elevado valor energético, adequado padrão fermentativo e alta produção de matéria seca por hectare (Pereira et al., 2004), sendo recomendado seu fornecimento à criação de ovinos em sistema intensivo.

Entretanto, a inclusão de fontes dietéticas mais energéticas se faz necessária visando maximizar a eficiência produtiva. Desta forma, a utilização de fontes lipídicas pode ser uma estratégia viável (Bartle et al., 1994), pois esta fração alimentar possui 2,25 vezes mais energia comparado aos carboidratos. Todavia, vale ressaltar que a suplementação com lipídeos em dietas para animais ruminantes em alguns casos (inclusão acima do recomendado) pode afetar negativamente a digestão de fibras (Hightshoe et al., 1991), pois os ácidos graxos insaturados de cadeia longa formam uma barreira física nas partículas, dificultando o ataque microbiano, além de serem tóxicos sobre certas espécies de microrganismos (Palmquist, 1991).

Entre as fontes lipídicas disponíveis para nutrição animal, encontra-se o farelo de linhaça, que é um subproduto resultante do beneficiamento das sementes de linhaça. A inclusão deste subproduto em dietas para ovinos pode resultar em algumas vantagens, haja vista que a linhaça possui altos teores de ácido linolênico (C18:3 n-3), conhecido pelas propriedades anticarcinogênicas, prevenção de doenças cardiovasculares e aumento da capacidade visual (Ponnampalam et al., 2001; Scollan et al., 2001; Petit, 2002). No entanto, há poucos estudos com este subproduto, em que, na sua maioria, concentram em animais de grande porte (bovinos).

Segundo Oliveira et al. (2009), o consumo e a digestibilidade dos nutrientes podem ser afetados pelo nível de lipídeos na dieta. Desta forma, o conhecimento dos níveis ótimos e máximos da inclusão de subprodutos

energéticos em dietas de animais é de grande importância para que não ocorram perdas de produção, além de maximizar o desempenho.

Desta maneira, objetivou-se avaliar o consumo e a digestibilidade aparente dos nutrientes em ovinos alimentados com dietas contendo diferentes quantidades de farelo de linhaça.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no setor de Ovinocultura da Faculdade de Zootecnia pertencente à Universidade José Rosário do Vellano (UNIFENAS), campus de Alfenas (MG). Foram selecionadas 12 fêmeas (consideradas puras por cruzamento da raça Santa Inês), com peso vivo médio de $27,08 \pm 3,85$ kg e 14 meses de idade.

Utilizou-se como fonte exclusiva de volumoso à silagem de milho. Os concentrados foram compostos por diferentes proporções entre milho triturado (milho fubá), farelo de soja e farelo de linhaça. Previamente ao fornecimento da dieta aos animais, realizava-se a mistura da silagem de milho e concentrado, sendo fornecidos conjuntamente duas vezes ao dia, em que 60% era ofertado pela manhã (7:00 horas) e 40% à tarde (16:00 horas). A água foi disponibilizada à vontade em bebedouros individuais, assim como a mistura mineral. Os tratamentos avaliados foram: controle = silagem de milho exclusiva; 0% FL = silagem de milho + concentrado (milho fubá e farelo de soja); 5% FL = silagem de milho + concentrado + 5% de farelo de linhaça; 10% FL = silagem de milho + concentrado + 10% de farelo de linhaça (Tabela 1).

Na determinação do consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes *in vivo*, foram utilizadas gaiolas para estudo metabólico individuais, providas de comedouro, bebedouro, coletor de fezes e urina, de forma a permitir a mensuração do consumo e excreção. No intuito de evitar a mistura das fezes com urina, adaptou-se um sistema coletor sob as gaiolas de metabolismo, em que a urina permanecia dentro de baldes telados, haja vista que estes apresentavam uma inclinação visando o escoamento das fezes (colheita total) para

outro balde coletor. Os alimentos fornecidos, sobras e fezes foram pesados e caracterizados durante o período experimental para obtenção do consumo e digestibilidade.

Tabela 1. Composição percentual e bromatológica das dietas experimentais com base na matéria seca (MS).

Ingrediente	Composição percentual (%)			
	Controle ¹	0% FL ²	5% FL	10% FL
Silagem de milho	100	66,00	66,00	66,00
Milho fubá	-	22,79	19,59	16,39
Farelo de soja	-	11,21	9,41	7,61
Farelo de linhaça	-	0,00	5,00	10,00
Total	100	100	100	100
Composição bromatológica* (%)				
MS	34,71	42,80	44,95	53,72
MM	0,60	0,40	0,38	0,37
MO	99,40	99,60	99,62	99,63
PB	9,78	9,93	8,39	10,55
EE	3,26	3,85	3,39	5,92
FDN	67,68	55,53	55,94	58,07
FDA	60,64	45,28	46,48	43,15
CNF	17,76	30,28	31,88	25,08
CHOT	85,45	85,81	87,82	83,15
NDT	67,57	77,61	78,27	80,49

¹Controle = silagem de milho exclusiva; FL = farelo de linhaça. *MS = matéria seca; MM = matéria mineral; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; CNF = carboidratos não-fibrosos; CHOT = carboidratos totais; NDT = nutrientes digestíveis totais.

As amostras do alimento ofertado, sobras e fezes foram pré-secas em estufa ventilada a 55°C e moídas em moinho tipo "Willye", utilizando-se peneira com crivos de 1 mm. Posteriormente, determinaram-se os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), nitrogênio total (NT) e extrato etéreo (EE), seguindo as recomendações de Silva & Queiroz (2002), em que a proteína bruta (PB) foi obtida pelo produto entre o NT e o fator 6,25. O teor de matéria orgânica (MO) foi calculado de acordo com a equação: MO = 100 - MM. Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina foram determinados pelo método de Van Soest & Wine (1968). Os carboidratos não fibrosos (CNF) e carboidratos totais (CHOT) foram calculados, segundo metodologia da Universidade de Cornell, descrita por Sniffen et al. (1992): CNF = 100 - (FDN + PB + EE + MM) e CHOT = 100 - (PB + EE + MM). Os valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados para as diferentes dietas seguindo a equação (Weiss, 1999):

$$NDT = PBd + (EEd * 2,25) + FDNd + CNFd$$

em que: PBd = proteína bruta digestível; EEd = extrato etéreo digestível; FDNd = fibra em detergente neutro digestível; CNFd = carboidratos não-fibrosos digestíveis.

O consumo foi determinado subtraindo-se a quantidade de alimento recusado pelos

animais (sobras) da quantidade de alimento ofertada. Os coeficientes de digestibilidades aparente da MS, MO, FDN, FDA, PB, EE, CNF e CHOT foram determinados segundo Silva & Leão (1979). Para tanto, foram considerados os nutrientes ingeridos e os nutrientes recuperados nas fezes (colheita total de fezes). Os coeficientes de digestibilidade aparente da MS e dos nutrientes das dietas foram calculados com base na equação abaixo:

$$Digestibilidade (\%) = \frac{\text{Ingestão do nutriente (g)} - \text{Excreção fecal (g)}}{\text{Ingestão do nutriente (g)}} \times 100$$

Na avaliação da digestibilidade aparente da MS dos concentrados, utilizou-se da indigestibilidade do volumoso para a estimativa da excreção fecal (digestibilidade associada), sendo calculados por diferença daqueles obtidos para o volumoso.

O experimento foi conduzido por dois períodos sucessivos de 20 dias, subdivididos em duas fases. Os primeiros 15 dias de cada período foram destinados à adaptação dos animais às dietas experimentais, enquanto nos 5 últimos dias de cada período, realizaram-se colheitas de amostras para determinação do consumo e digestibilidade. Portanto, o experimento apresentou duração total de 40 dias. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos

completos casualizados, avaliando-se quatro tratamentos, com três repetições. O experimento foi conduzido em dois períodos no intuito de diminuir o resíduo pelo efeito do animal.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância por meio do software SISVAR® (Ferreira, 2008) e, as médias dos tratamentos foram comparadas por contrastes ortogonais, a 5% de significância. Os contrastes ortogonais avaliados foram: controle x tratamentos (C vs. T), dietas sem farelo de linhaça x dietas com farelo de linhaça (S vs. C), dieta contendo 5% de farelo de linhaça x dieta contendo 10% de farelo de linhaça (5 vs. 10).

O modelo matemático utilizado na análise dos dados segue abaixo:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + e_j + te_{ij} + \beta_{k(j)} + \varepsilon_{ijk}$$

em que: μ = uma constante do experimento; t_i = efeito do tratamento i ($i = 1, \dots$,

4); e_j = efeito do período j ($j = 1, 2$); te_{ij} = efeito da interação entre tratamento i e período j ; $\beta_{k(j)}$ = efeito do bloco k dentro do período j ($k = 1, \dots, 6$); ε_{ijk} = efeito do erro experimental.

Resultados e Discussão

Verificou-se menor consumo de MS quando os animais foram alimentados exclusivamente com silagem de milho (Tabela 2), o que pode ser atribuído ao alto teor de FDN desta dieta (67,68%). A ingestão de MS é correlacionada negativamente com a concentração de FDN do alimento ou dieta (Mertens, 1992), pois a fermentação e a taxa de passagem da FDN do alimento pelo retículo-rúmen são mais lentas que outros constituintes dietéticos, com grande efeito no enchimento e no tempo de permanência, comparado aos componentes não-fibrosos do alimento (Van Soest, 1994).

Tabela 2. Consumo de nutrientes (kg/dia, % do peso vivo - PV e unidade de tamanho metabólico - UTM) por ovinos alimentados com dietas contendo diferentes quantidades de farelo de linhaça.

Item	Dieta				Contrastes ^(B)			CV (%)
	Cont. ⁽¹⁾	0FL ⁽²⁾	5FL ⁽³⁾	10FL ⁽⁴⁾	C vs. T ⁽⁵⁾	S vs. C ⁽⁶⁾	5 vs. 10 ⁽⁷⁾	
Consumo de nutrientes (kg/dia)								
MS	0,699	1,302	1,263	1,164	<0,0001	<0,0001	0,1159	12,67
MO	0,697	1,297	1,255	1,158	<0,0001	<0,0001	0,1210	12,63
PB	0,074	0,125	0,106	0,123	0,0400	0,0400	0,4944	27,44
EE	0,022	0,049	0,043	0,067	0,0044	0,0044	0,0963	36,44
CHOT	0,614	1,117	1,053	0,999	<0,0001	0,2697	0,3244	13,13
FDN	0,471	0,724	0,710	0,675	0,0048	0,0048	0,5268	16,50
FDA	0,424	0,588	0,591	0,503	0,0505	0,0505	0,1071	19,90
CNF	0,198	0,285	0,358	0,314	0,0073	0,2172	0,3815	22,40
NDT	0,474	1,008	0,988	0,937	<0,0001	0,4811	0,3893	13,42
Consumo de nutrientes (% PV)								
MS	2,46	4,35	4,32	3,95	0,0005	0,5809	0,5000	16,30
MO	2,46	4,33	4,29	3,93	0,0005	0,5800	0,5060	16,20
PB	0,26	0,42	0,35	0,41	0,0438	0,5310	0,4318	26,48
EE	0,08	0,16	0,15	0,23	0,0106	0,1455	0,1890	40,70
CHOT	2,17	3,74	3,60	3,40	0,0014	0,6678	0,6770	17,31
FDN	1,65	2,40	2,39	2,33	0,0334	0,9597	0,8660	20,04
FDA	1,49	1,94	1,98	1,71	0,0251	0,2439	0,1420	14,83
CNF	0,69	0,97	1,22	1,04	0,0040	0,1474	0,1592	19,94
NDT	1,67	3,36	3,39	3,18	0,0002	0,7739	0,6326	17,59
Consumo de nutrientes (UTM - g/kg ^{0,75})								
MS	56,89	101,68	100,36	91,92	<0,0001	0,4138	0,3585	13,12
MO	56,73	101,27	99,72	91,47	<0,0001	0,4038	0,3581	12,97
PB	6,01	9,92	8,34	9,59	0,0365	0,5413	0,4385	25,91
EE	1,85	3,78	3,47	5,42	0,0067	0,1165	0,1519	38,32
CHOT	49,98	87,34	83,63	78,93	0,0002	0,5116	0,5796	14,26
FDN	38,26	56,29	55,84	53,94	0,0119	0,9061	0,7949	17,36
FDA	34,38	45,49	46,24	39,73	0,0139	0,1360	0,0368	14,10
CNF	15,91	22,57	28,32	24,26	0,0027	0,1231	0,1433	19,09
NDT	38,50	78,52	78,70	73,86	<0,0001	0,6360	0,5274	14,32

¹Silagem de milho exclusiva; ²Silagem de milho + concentrado (milho triturado e farelo de soja); ³Silagem de milho + concentrado + 5% de farelo de linhaça; ⁴Silagem de milho + concentrado + 10% de farelo de linhaça; ⁵Controle x tratamentos; ⁶Dieta sem farelo de linhaça x dietas contendo farelo de linhaça; ⁷Dieta contendo 5% de farelo de linhaça x dieta contendo 10% de farelo de linhaça; ^Bp-valor dos contrastes.

Outra hipótese para o baixo consumo de MS do tratamento controle está relacionada ao nível de concentrado na dieta (não havia concentrado), pois este indica haver uma limitação física ruminal provocada pelo tratamento com silagem de milho exclusiva, ocorrendo uma menor e mais lenta digestão do volumoso em relação ao concentrado. De acordo com Grovum (1988), o enchimento e a distensão ruminal provocam estímulos neurais inibitórios, reduzindo a ingestão de alimentos.

Verificou-se ainda que, em média, os animais consumiram maior quantidade de MS quando alimentados com a dieta contendo concentrado, porém, sem a presença de farelo de linhaça (Tabela 2). Segundo Palmquist (1989), o elevado teor de EE em dietas fornecidas para animais ruminantes pode suprimir o consumo em virtude da ação tóxica que esta fração pode exercer contra alguns tipos de microrganismos ruminais. Contudo, os teores de EE das quatro dietas avaliadas neste trabalho foram baixos, o que pode sugerir que a palatabilidade das dietas contendo farelo de linhaça talvez seja baixa.

Ao comparar os dados de consumo de MS em % do peso vivo ou em unidade de tamanho metabólico, verificou-se o mesmo em kg/dia, ou seja, houve somente diferença no consumo dos tratamentos contendo concentrado, comparativamente à dieta com silagem de milho exclusiva. Wada et al. (2008) avaliaram a inclusão de semente integral de linhaça (9,25% na MS) na dieta ofertada a novilhas da raça Nelore, e reportaram consumo de MS em relação ao peso vivo de 3,17 e 3,00% na dieta controle e com a presença de linhaça, respectivamente. Os valores encontrados neste trabalho com a inclusão de farelo de linhaça (Tabela 2) são superiores ao trabalho supracitado, o que pode ser relacionado ao processamento da linhaça (farelo) em relação à forma integral, tornando o ingrediente mais acessível à ação dos microrganismos ruminais.

Notou-se variação no consumo de MS de 56,89 a 101,68 g/kg^{0,75} na dieta com silagem de milho exclusiva e com 0% de farelo de linhaça, respectivamente. A inclusão de farelo de linhaça resultou em menor consumo de

MS comparativamente à dieta sem farelo de linhaça (Tabela 2). Rogério et al. (2004) avaliaram o consumo de MS por ovinos em resposta a diferentes níveis de inclusão de caroço de algodão à dieta contendo feno de capim tifton 85, e observaram amplitude de variação de 72,30 a 60,53 g/kg^{0,75} quando incluso 24 e 45%, respectivamente.

Notou-se menor consumo de MO, PB e FDN (kg/dia) quando os animais foram alimentados exclusivamente com silagem de milho. No entanto, a média do consumo das dietas contendo farelo de linhaça foi menor do que a dieta que não continha este ingrediente. O fato dos animais consumirem maior quantidade de PB nas dietas contendo concentrado em relação ao tratamento controle está relacionado principalmente à participação do farelo de soja, que apresenta elevado teor protéico, assim como maior ingestão de MS nestes tratamentos.

Em relação ao consumo de FDA (kg/dia), não houve efeito algum das dietas sobre esta variável, embora tenha sido notado efeito sobre a FDN. Estes dados estão de acordo com Wada et al. (2008), os quais não encontraram diferença no consumo de FDA em novilhas Nelore alimentadas com uma dieta controle e outra com inclusão de sementes de linhaça.

Como esperado, o consumo de EE aumentou mediante inclusão de farelo de linhaça na dieta. Segundo Palmquist & Mattos (2006), a inclusão de lipídeos na dieta é uma importante estratégia para regiões de clima quente, onde o consumo de MS às vezes se encontra em um nível abaixo do esperado e, como o incremento calórico de lipídeos é mais baixo do que carboidratos e proteínas, o aumento da ingestão desta fração pode aumentar a ingestão de energia.

Houve menor consumo de CHOT, CNF e NDT quando os animais foram alimentados exclusivamente com silagem de milho, entretanto, não houve efeito do nível de inclusão de farelo de linhaça na dieta (Tabela 2). O fato dos animais consumirem maior quantidade de NDT permite inferir que as dietas contendo ou não farelo de linhaça no concentrado apresentam nutrientes mais digestíveis, assim como, animais que consomem estas dietas,

possivelmente apresentam melhor desempenho quando comparado a fonte de volumosos exclusivos. Cunha et al. (2008) avaliaram o efeito da inclusão de caroço de algodão (0, 20, 30 e 40%) na dieta de ovinos Santa Inês (peso corporal médio de 19,5 kg e quatro meses de idade) sobre o consumo de MS e NDT, e não observaram efeito sobre o consumo de MS (média de 4,61% do PV) e NDT (média de 757 g/dia).

Quando verificado o consumo de MS e nutrientes expressos em % do PV ou UTM, não houve diferença entre os tratamentos contendo concentrado (exceto para a variável FDA), todavia, o consumo dos nutrientes foi menor na dieta composta somente por silagem de milho (Tabela 2). O consumo observado de FDN em UTM neste trabalho foi superior ao obtido por Rodrigues et al. (2003), cujos autores estudaram quatro níveis de inclusão de farelo de castanha de caju na terminação de ovinos em confinamento e registraram amplitude no consumo de FDN da ordem de 40,97 a 49,99 g/UTM, quando incluso 36% de farelo de castanha à dieta e sem inclusão, respectivamente.

O fato do consumo de FDA ter diminuído com a inclusão de 10% de farelo de linhaça em relação a 5% (dados expressos em UTM), sugere efeito tóxico ou supressão sobre os microrganismos celulolíticos presentes no rúmen, embora as dietas tenham sido formuladas com teores de EE inferiores a 7,0%, valor este que interfere negativamente na fermentação ruminal (Jenkins, 1995).

Da mesma forma que verificado em outros nutrientes, os animais consumiram maior quantidade de EE quando as dietas foram formuladas com inclusão de concentrado,

independente do nível de farelo de linhaça. Segundo Mahgoub et al. (2000), o aumento na densidade energética é comumente associado ao consumo mais alto de EE. Os resultados confirmam, portanto, a importante contribuição energética advinda do farelo de linhaça.

No entanto, o consumo de EE da dieta contendo 5% farelo de linhaça não diferiu daquela contendo 10%, embora, numericamente tenha sido maior (Tabela 2) e, ainda notou-se supressão no consumo de MS nesta dieta (dados numéricos) comparativamente àquela com 0% de farelo de linhaça. Conforme elucidado por Palmquist (1989), o uso de grãos ricos em ácidos graxos insaturados, como é caso da linhaça, deve ser feito de forma cuidadosa, porque o excesso desses ácidos graxos altera os padrões de fermentação ruminal, prejudicando a fermentação e a atividade microbiana no rúmen, podendo ocorrer efeito negativo sobre a degradação da fibra pela não aderência das bactérias celulolíticas ao alimento em virtude dos lipídios recobrirem as partículas alimentares.

Quanto aos coeficientes de digestibilidade aparente, observou-se que a dieta constituída por silagem de milho exclusiva apresentou menor digestibilidade da MS em relação às demais (Tabela 3). Este resultado era esperado, pois os altos teores das frações FDN e FDA se correlacionam negativamente com a ingestão e digestibilidade da MS. Segundo Nussio et al. (2006), a fibra representa a fração de carboidratos dos alimentos de digestão lenta ou indigestível e, dependendo de sua concentração e digestibilidade, impõe limitação ao consumo de MS e energia.

Tabela 3. Digestibilidade aparente dos nutrientes obtida em ovinos alimentados com dietas contendo diferentes quantidades de farelo de linhaça.

Item	Dieta				Contrastes ⁽⁸⁾			CV (%)
	Cont. ⁽¹⁾	OFL ⁽²⁾	5FL ⁽³⁾	10FL ⁽⁴⁾	C vs. T ⁽⁵⁾	S vs. C ⁽⁶⁾	S vs. 10 ⁽⁷⁾	
MS ⁽⁹⁾	-	76,48	76,5	76,59	-	0,9950	0,9506	2,77
MS	59,28	71,94	72,17	71,19	0,0019	0,6286	0,3770	7,32
MO	59,75	72,33	72,52	71,58	0,0013	0,6330	0,3267	6,94
PB	62,83	60,22	55,80	65,64	0,7698	0,5274	0,3632	27,22
EE	73,53	69,99	65,11	77,26	0,5711	0,3797	0,1624	21,24
CHOT	81,91	89,69	89,81	87,46	0,0083	0,3079	0,3142	4,14
FDN	57,30	70,60	69,76	69,16	0,0155	0,9441	0,8894	10,12
FDA	70,03	78,21	78,28	73,02	0,3042	0,5800	0,4722	11,44
CNF	83,95	89,64	91,36	87,21	0,0373	0,0522	0,1307	4,54

¹Silagem de milho exclusiva; ²Silagem de milho + concentrado (milho triturado e farelo de soja); ³Silagem de milho + concentrado + 5% de farelo de linhaça; ⁴Silagem de milho + concentrado + 10% de farelo de linhaça; ⁵Controle x tratamentos; ⁶Dieta sem farelo de linhaça x dietas contendo farelo de linhaça; ⁷Dieta contendo 5% de farelo de linhaça x dieta contendo 10% de farelo de linhaça; ⁸p-valor dos contrastes; ⁹Coefficiente de digestibilidade da matéria seca dos concentrados utilizados no experimento.

Avaliando-se as dietas contendo diferentes proporções de farelo de linhaça (0, 5 e 10%), constatou-se que não houve diferença entre estas quanto à digestibilidade, sugerindo que estas dietas apresentavam nutrientes semelhantes quanto à solubilidade no rúmen (principalmente carboidratos). Isto pode ser comprovado pelo fato de não ter sido observada diferença quanto à digestibilidade dos concentrados mediante inclusão de farelo de linhaça (Tabela 3). Conforme elucidado por Antunes & Rodrigues (2006), os carboidratos solúveis são fermentados rápida e completamente no rúmen pelos microrganismos, sendo convertidos em ácidos graxos de cadeia curta (ácido acético, propiônico e butírico), além de lactato, contribuindo de forma decisiva no aumento da digestibilidade da MS.

O fato da inclusão de concentrados às dietas experimentais contribuir de forma marcante no acréscimo da digestibilidade da MS foi reportado por Simon et al. (2008), cujos autores registraram acréscimo de 62,0; 68,1 e 70,0% na digestibilidade da MS, quando incluíram 15; 30 e 45% de concentrado à dieta, respectivamente, comparados à dieta com 0% de concentrado (silagem de sorgo exclusiva).

Os coeficientes de digestibilidade da MO aumentaram em virtude da inclusão de concentrados nas dietas, quando comparado à dieta contendo silagem de milho exclusiva. Conforme descrito anteriormente, este resultado ocorre mediante elevação de carboidratos não-estruturais na dieta, que são mais digestíveis em relação aos estruturais (Van Soest, 1994).

Não houve diferença entre dietas quanto à digestibilidade das frações protéica (PB) e lipídica (EE). Enjalbert et al. (1994) afirmam que, independentemente da forma de suplementação lipídica, os ácidos graxos parecem não influenciar a digestibilidade aparente da PB.

Notou-se maior digestibilidade dos carboidratos totais (CHOT) e não fibrosos (CNF) nas dietas contendo concentrado (independente do nível de farelo de linhaça) em relação à dieta controle (somente silagem de milho). Estes resultados se devem à maior quantidade de nutrientes solúveis no rúmen

provenientes dos concentrados, o que contribui sensivelmente no acréscimo da digestibilidade.

A digestibilidade da fração FDN aumentou mediante inclusão de concentrado as dietas, comparativamente aquela contendo silagem de milho exclusiva, e, apesar da dieta composta com 10% de farelo de linhaça apresentar maior teor de EE, verificou-se coeficiente de digestibilidade da FDN muito próximo àquela sem adição de farelo de linhaça (Tabela 3). A utilização de gorduras na dieta dos ruminantes pode trazer benefícios por causa da sua alta densidade energética (Furlan et al., 2006), no entanto, podem ocorrer efeitos negativos da suplementação de gordura sobre a digestibilidade da fibra (o que não foi observado no presente trabalho) e consumo de MS (Coppock & Wilks, 1991).

Outro fator que há de se destacar sobre o impacto na digestibilidade da fração FDN, está associado à maior digestibilidade da fração fibrosa presente nos subprodutos utilizados na confecção das dietas experimentais neste trabalho. Em teoria, a liberação de energia pela inclusão de concentrado na dieta parece ter sido sincronizada com a liberação de frações protéicas, o que pode maximizar a atividade dos microrganismos ruminais, resultando em maior degradação da fração fibrosa.

Embora os coeficientes de digestibilidade da FDN tenham aumentado mediante inclusão dos concentrados à dieta, a digestibilidade da fração FDA não foi afetada por nenhum dos parâmetros estudados neste trabalho.

Conclusões

De acordo com as condições experimentais em que foi desenvolvido o trabalho, recomenda-se fornecer as dietas com quantidades de até 5% de farelo de linhaça, pois não há efeito negativo sobre o consumo de matéria seca e de nutrientes, assim como sobre a digestibilidade aparente.

Referências

Antunes, R.C., Rodrigues, N.M. 2006. Metabolismo dos carboidratos não estruturais. In: Berchielli, T.T., Pires, A.V., Oliveira, S.G. (Eds.). *Nutrição de Ruminantes*. Funep, Jaboticabal, Brasil. p. 229-248.

- Bartle, S.J., Preston, R.L., Miller, M.F. 1994. Dietary energy source and density: effects of roughage source, roughage equivalent, tallow level, and steer type on feedlot performance and carcass characteristics. *Journal of Animal Science* 72: 1943-1953.
- Coppock, C.E., Wilks, D.L. 1991. Supplemental fat in high energy rations for lactating cows: effects on intake, digestion, milk yield, and composition. *Journal of Animal Science* 69: 3826-3837.
- Cunha, M.G.G., Carvalho, F.F.R., Vêras, A.S.C., Batista, A.M.V. 2008. Desempenho e digestibilidade aparente em ovinos confinados alimentados com dietas contendo níveis crescentes de caroço de algodão integral. *Revista Brasileira de Zootecnia* 37: 1103-1111.
- Enjalbert, F., Moncoulon, R., Vernay, M., Griess, D. 1994. Effects of different forms of polyunsaturated fatty acids on rumen fermentation and total nutrient digestibility of sheep fed prairie hay based diets. *Small Ruminants Research* 14: 127-135.
- Ferreira, D.F. 2008. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Científica Symposium* 6: 36-41.
- Furlan, R.L., Macari, M., Faria Filho, D.E. 2006. Anatomia e fisiologia do trato gastrointestinal. In: Berchielli, T.T., Pires, A.V., Oliveira, S.G. (Eds.). *Nutrição de Ruminantes*. Funep, Jaboticabal, Brasil. p. 1-23.
- Grovum, W.L. 1988. Apetito, sapidez y control del consumo de alimentos. In: Church, D.C. *El rumiante. Fisiología digestiva y nutrición*. Acirbia, Zaragoza, Espanha. p.225-242.
- Hightshoe, R.B., Cochran, R.C., Corah, L.R., Harmon, D.L., Vanzant, E.S. 1991. Influence of source and level of ruminal-escape lipid in supplements on forage intake, digestibility, digesta flow, and fermentation characteristics in beef cattle. *Journal of Animal Science* 69: 4974-4982.
- Jenkins, T.C. 1995. Lipid metabolism in the rumen. *Journal of Dairy Science* 76: 3851-3863.
- Mahgoub, O., Lu, C.D., Early, R.J. 2000. Effects of dietary energy density on feed intake, body weight gain and carcass chemical composition of Omani growing lambs. *Small Ruminants Research* 37: 35-42.
- Mertens, D.R. 1992. Analysis of fiber in feeds and its uses in feed evaluation and ration formulation. In: Teixeira, J.C., Neiva, R.S. (Eds.). *Simpósio Internacional de Ruminantes. Anais...* Sociedade Brasileira de Zootecnia, Lavras, Brasil. p. 01-32.
- Nussio, L.G., Campos, F.P., Lima, M.L.M. 2006. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: Berchielli, T.T., Pires, A.V., Oliveira, S.G. (Eds.). *Nutrição de Ruminantes*. Funep, Jaboticabal, Brasil. p. 183-223.
- Oliveira, R.L., Bagaldo, A.R., Ladeira, M.M., Barbosa, M.A.A.F., Oliveira, R.L., Jaeger, S.M.P.L. 2009. Fontes de lipídeos na dieta de búfalas lactantes: consumo, digestibilidade e N-urêico plasmático. *Revista Brasileira de Zootecnia* 38: 553-559.
- Palmquist, D.L. 1989. Suplementação de lipídios para vacas em lactação. In: *Simpósio Sobre Nutrição de Ruminantes*, 6. *Anais...* Piracicaba, Brasil. 11 p.
- Palmquist, D.L. 1991. Influence of source and amount of dietary fat on digestibility in lactating cows. *Journal of Dairy Science* 74: 1354-1360.
- Palmquist, D.L., Mattos, W.R.S. 2006. In: Berchielli, T.T., Pires, A.V., Oliveira, S.G. (Eds.). *Nutrição de Ruminantes*. Funep, Jaboticabal, Brasil. p. 287-310.
- Pereira, M.N., Von Pinho, R.G., Bruno, R.G.S., Caestine, G.A. 2004. Ruminant degradability of hard or soft texture corn grain at three maturity stages. *Scientia Agricola* 61: 358-363.
- Petit, H.V. 2002. Digestion, milk production, milk composition, and blood composition of dairy cows fed whole flaxseed. *Journal of Dairy Science* 85: 1482-1490.
- Ponnampalam, E.N., Sinclair, A.J., Egan, A.R., Blakeley, S.J., Leury, B. 2001. Effect of diets containing n-3 fatty acids on muscle long-chain n-3 fatty acid content in lambs fed low- and medium-quality roughage diets. *Journal of Animal Science* 79: 698-706.
- Rodrigues, M.M., Neiva, J.N.M., Vasconcelos, V.R., Lôbo, R.N.B., Pimentel, J.C.M., Alencar, A., Moura, A.N. 2003. Utilização do farelo de castanha de caju em terminação de ovinos em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia* 32: 240-248.
- Rogério, M.C.P., Borges, I., Teixeira, D.A.B., Rodríguez, N.M., Gonçalves, L.C. 2004. Efeito do nível de caroço de algodão sobre a digestibilidade da fibra dietética do feno de Tifton 85 (*Cynodon spp.*) em ovinos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 56: 665-670.
- Scollan, N.D., Dhanoa, M.S., Choi, N.J., Maeng, W.J., Enser, M., Wood, J.D. 2001. Biohydrogenation and digestion of long fatty acids in steers fed on different sources of lipid. *The Journal of Agricultural Science* 136: 345-355.

Silva, D.J., Queiroz, A.C. 2002. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3.ed. UFV, Viçosa, Brasil. 235 p.

Silva, J.F.C., Leão, M.I. 1979. *Fundamentos de nutrição dos ruminantes*. Livroceres, Piracicaba, Brasil. 380 p.

Simon, J.E., Lourenço Júnior, J.B., Ferreira, G.D.G., Santos, N.F.A., Nahum, B.S., Monteiro, E.M.M. 2008. Consumo e digestibilidade aparente das frações fibrosas de silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) por ovinos. *Acta Scientiarum - Animal Science* 30: 333-338.

Sniffen, C.J., O'Connor, J.D., Van Soest, P.J., Fox, D.G., Russell, J.B. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science* 70: 3562-3577.

Van Soest, P.J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2. ed. Cornell University Press, Ithaca, USA. 476 p.

Van Soest, P.J., Wine, R.H. 1968. The determination of lignin and cellulose in acid-detergent fiber with permanganate. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists* 51: 780-785.

Wada, F.Y., Prado, I.N., Silva, R.R., Moletta, J.L., Visentainer, J.V., Zeoula, L.M. 2008. Grãos de linhaça e de canola sobre o desempenho, digestibilidade aparente e características de carcaça de novilhas Nelore terminadas em confinamento. *Ciência Animal Brasileira* 9: 883-895.

Weiss, W. 1999. Energy prediction equations for ruminant. In: Cornell nutrition conference for feed manufactures, 61. *Proceedings...* Cornell University, Ithaca, USA. p. 176-185.