

Consumo, digestibilidade e balanço de nitrogênio de cordeiros alimentados com alto teor de amido ou fibra solúvel em detergente neutro associados ao óleo de girassol¹

Intake, digestibility and nitrogen balance of lambs fed with high level of starch or neutral detergent soluble fiber associated with sunflower oil

Eliane da Silva Morgado^{2*}; Jane Maria Bertocco Ezequiel³;
Leandro Galzerano²; Viviane Correa Santos²

Resumo

Objetivou-se avaliar os possíveis efeitos da adição de óleo de girassol em dietas contendo diferentes fontes de carboidratos sobre o consumo, a digestibilidade aparente dos nutrientes e o balanço de nitrogênio em cordeiros. Foram utilizados 20 cordeiros distribuídos em delineamento inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 2 x 2, com duas fontes de carboidratos solúveis em detergente neutro (amido e fibra solúvel em detergente neutro), com e sem a inclusão de 4,2% de óleo de girassol. A ingestão de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e fibra em detergente neutro não foi alterada pela fonte de carboidrato e pela inclusão de óleo. As dietas com alto percentual de amido proporcionaram maior digestibilidade da matéria seca, amido e extrato etéreo. As diferentes fontes de carboidratos não influenciaram as digestibilidades da matéria orgânica, proteína bruta, fibra solúvel em detergente neutro, carboidratos não fibrosos, fibra em detergente neutro, hemiceluloses e fibra em detergente ácido. A inclusão de óleo às dietas aumentou a digestibilidade do extrato etéreo. A associação de 4,2% de óleo a dieta com alto teor de fibra solúvel em detergente neutro não teve influência sobre a digestibilidade dos nutrientes, por outro lado, a adição de óleo à dieta com alto amido promoveu redução significativa na digestibilidade da matéria orgânica, da fibra em detergente neutro, das hemiceluloses e dos carboidratos não fibrosos. As quantidades de nitrogênio ingerido, retido e absorvido não diferiram quanto às fontes de carboidratos e inclusão de óleo às dietas. A associação de 4,2% de óleo de girassol as diferentes fontes de carboidratos da dieta não afeta o consumo e o metabolismo do nitrogênio nos cordeiros. A adição de 4,2% de óleo à dieta com alto amido (28 % da MS da dieta) promove redução na digestibilidade da matéria orgânica, dos carboidratos fibrosos e não fibrosos da dieta.

Palavras-chaves: Carboidratos solúveis em detergente neutro, digestão, milho, polpa cítrica, ovinos

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effect of different carbohydrate sources associated with sunflower oil on intake, digestibility of nutrients and nitrogen balance in diets of lambs. Twenty lambs were used, assigned in a completely randomized design with a 2 x 2 factorial arrangement of treatments with two sources of neutral detergent soluble carbohydrate, starch and neutral detergent soluble fiber, with and without the inclusion of 4.2% sunflower oil. The dry matter intake was not affected by carbohydrate sources and the inclusion of oil. Diets with a high percentage of starch provided higher

¹ Parte da tese de doutorado da primeira autora, financiada pela FAPESP.

² Drs. em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", UNESP/FCAV, Jaboticabal, SP. E-mail: eliane_morgado@hotmail.com; galzeranorural@yahoo.com.br; vivianecorreasantos@gmail.com

³ Prof^o do Dept^o de Zootecnia, UNESP/FCAV, Jaboticabal, SP. E-mail: janembe@fcav.unesp.br

* Autor para correspondência. Bolsista de Pós-doutorado da FAPESP

digestibility of dry matter, starch and ether extract. The different sources of carbohydrates had no interference on digestibility of organic matter, crude protein, neutral detergent soluble fiber, nonfiber carbohydrates, neutral detergent fiber, hemicellulose and acid detergent fiber. The addition of oil in the diets increased the digestibility of ether extract. The combination of 4.2% oil in the diet high in soluble neutral detergent fiber had no influence on the nutrient digestibility, otherwise, the addition of oil at high starch diet caused a significant reduction in the digestibility of organic matter, neutral detergent fiber, hemicellulose and nonfiber carbohydrates. The quantities of nitrogen intake, absorbed and retained, did not differ as sources of carbohydrates and oil inclusion in the diet. The association of 4.2 % sunflower oil to the different sources of carbohydrates in the diet does not affect consumption and nitrogen metabolism in lambs. The addition of 4.2 % oil in the diet with high starch (28% of DM diet) promotes reduction in digestibility of organic matter, of fibrous and nonfibrous carbohydrate in the diet.

Key words: Citrus pulp, corn, digestion, neutral detergent soluble carbohydrates, sheep

Introdução

Nutricionalmente os carboidratos podem ser classificados em dois grupos: grupo dos carboidratos fibrosos, que é a fração lentamente digestível, constituída por celulose e hemiceluloses que, juntamente com a lignina, formam a parede celular dos vegetais e o grupo dos carboidratos não fibrosos, constituídos por componentes celulares solúveis em detergente neutro, que são um grupo diverso, tanto em sua composição quanto em seu valor nutricional que incluem os monossacarídeos, dissacarídeos, oligossacarídeos, amido, frutanas, como também carboidratos presentes na parede celular das plantas como as substâncias pécticas, β -glucanas e galactanas (HALL, 2000).

Quantitativamente, o carboidrato não fibroso mais importante dos alimentos é o amido, pois é o maior carboidrato de reserva da maioria dos grãos de cereais (VAN SOEST, 1994). Quando grandes quantidades de carboidratos rapidamente fermentáveis, como o amido, são fornecidas na dieta de ruminantes, pode ocorrer redução significativa no pH ruminal e reduzir a digestão da fibra (HOOVER, 1986). Por outro lado, alimentos ricos em pectina, como a polpa cítrica, tendem a não produzir quantidade apreciável de ácido láctico mantendo o pH ruminal mais alto (STROBELL; RUSSELL, 1986), criando assim uma condição ruminal mais favorável para a digestão da fibra (BEN-GHEDALIA et al., 1989) em comparação a monossacarídeos, dissacarídeos e amido. Estas diferenças demonstram que as características

fermentativas dos carboidratos solúveis em detergente neutro são variáveis e deveriam ser estudadas separadamente, pois diversas interações podem ser esperadas entre os diferentes tipos de carboidratos solúveis e a digestibilidade dos nutrientes, principalmente da fibra.

As dietas dos ruminantes possuem geralmente baixo teor de lipídios e sua inclusão tem por objetivo aumentar a densidade energética da dieta e a participação de determinados ácidos graxos benéficos à saúde humana no leite e na carne (EIFERT et al., 2006). No entanto, quando em doses elevadas, os lipídios podem alterar a fermentação microbiana e promover redução na digestão da matéria orgânica e da fibra (IKWUEGBU; SUTTON, 1982). Porém, efeitos desejáveis também podem ser observados como o aumento da eficiência da síntese microbiana ocasionada pela redução do número de protozoários e redução da concentração de amônia ruminal (IKWUEGBU; SUTTON, 1982; JENKINS; FOTOUHI, 1990; JENKINS, 1993).

O óleo de girassol é rico em ácidos graxos poliinsaturados, principalmente ácido linoleico e a literatura tem mostrado que seu uso na alimentação de cordeiros é eficiente na melhoria da composição lipídica na carne por aumentar a concentração de ácido linoléico conjugado (CLA) nos tecidos, e dessa forma, produzir carne com perfil de ácidos graxos totais benéficos para a saúde humana, conforme verificado por Ivan et al. (2001) e por Manso et al. (2009), sem alterar o desempenho dos animais.

As diferenças nas características fermentativas dos carboidratos solúveis em detergente neutro associadas aos efeitos da inclusão de óleo na dieta de ruminantes, podem produzir diferentes repostas no consumo e na digestibilidade dos nutrientes de ovinos confinados. Objetivou-se avaliar os efeitos da adição de 4,2 % de óleo de girassol em dietas contendo diferentes fontes de carboidratos, amido e fibra solúvel em detergente neutro, sobre o consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes e o balanço de nitrogênio em cordeiros confinados.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Unidade Animal de Estudos Digestivos e Metabólicos pertencente ao Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, Campus de Jaboticabal. Foram utilizados vinte cordeiros, ½

Santa Inês ½ Dorper, machos não castrados, com peso corporal médio de $19,1 \pm 2,5$ kg, alojados em gaiolas individuais com comedouros individuais e água oferecida à vontade, alimentados duas vezes por dia.

As dietas experimentais foram formuladas de forma a serem isoproteicas atendendo as exigências mínimas de nutrientes para cordeiros com ganho em peso médio diário estimado de 200 g.dia^{-1} segundo recomendações do NRC (2007), na proporção de 40% de volumoso e 60% de concentrado. Os tratamentos foram constituídos por dietas que continham alto teor de fibra solúvel (17,14% na MS) sem inclusão de óleo de girassol, alto teor de fibra solúvel (16,35% na MS) com inclusão de 4,2% de óleo de girassol, alto teor de amido (30,14% na MS) sem inclusão de óleo de girassol e alto teor de amido (28,21% na MS) com inclusão de 4,2% de óleo de girassol (Tabela 1).

Tabela 1. Composição percentual dos ingredientes utilizados na formulação das dietas e composição químico-bromatológica das dietas experimentais, expressas na base da matéria seca.

Ingredientes (%)	Tratamentos			
	FSDN		Amido	
	0% óleo	4,2% óleo	0% óleo	4,2% óleo
Silagem de milho	40,00	40,00	40,00	40,00
Grão de milho	6,00	4,30	31,00	28,00
Polpa cítrica	32,00	31,00	5,60	3,95
Casca de soja	7,25	5,00	10,58	10,30
Farelo de girassol	13,45	14,20	10,97	11,55
Fosfato bicálcico	0,30	0,20	-	-
Calcário calcítico	-	-	0,90	0,95
Uréia	0,50	0,60	0,45	0,55
Óleo de girassol	-	4,2	-	4,2
Suplemento Mineral ¹	0,50	0,50	0,50	0,50
TOTAL	100	100	100	100
Nutrientes (% da MS)				
Matéria seca	69,11	69,53	69,94	70,36
Matéria Mineral	6,22	5,97	5,30	5,00
Proteína bruta	12,17	12,17	12,17	12,17
Extrato etéreo	2,46	6,54	3,00	7,03
Fibra em Detergente Neutro	39,12	37,44	36,63	36,02
Fibra em Detergente Ácido	25,74	24,48	22,74	22,40
Fibra Solúvel em Detergente Neutro	17,14	16,35	10,04	9,10
Amido	14,20	13,08	30,14	28,21
Energia Metabolizável (Mcal/kg)	2,69	2,85	2,75	2,91

¹Suplemento mineral comercial para ovinos (P=65g; Ca=155g; Na=115g; Mg=6g; S=12mg; Zn=6.000mg; Cu=100mg; Mn=1400mg; Fe=1.000mg; Co=175mg; I=175mg; Se=27mg; Ni=42mg; Fl=650mg).

Fonte: Elaboração dos autores.

O período experimental teve duração de 29 dias, sendo 17 dias para normalizar o consumo das dietas, sete dias para adaptação as gaiolas de metabolismo e cinco dias para colheita total de fezes e urina, nos quais foram colhidas amostras do alimento fornecido e das sobras. Durante o período de colheita de amostras, o alimento fornecido, toda sobra de alimento do dia anterior, as fezes e a urina produzidas foram pesadas diária e individualmente, homogeneizadas, sendo também medido o volume de urina produzida, e retiradas amostras referentes a 10% do peso total das sobras e das fezes e 10% do volume de urina produzida, formando amostras compostas de cada animal no final dos cinco dias de colheita. A urina foi colhida em baldes plásticos com tela separadora, com intuito de evitar a mistura com as fezes. Para que não houvesse perda de compostos nitrogenados da urina por volatilização, foi colocado em cada coletor de urina uma solução de ácido clorídrico a 10%, em volume correspondente a 10% da quantidade de urina produzida no dia anterior.

As amostras do fornecido, sobras e fezes foram pré-secas em estufa a 55°C com ventilação forçada de ar, por aproximadamente, 72 horas e moídas em moinho de faca, com peneira com crivo de 1 mm para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB), conforme a metodologia descrita pela AOAC (1995). A fibra em detergente neutro (FDN) foi realizada segundo Van Soest, Robertson e Lewis (1991), e corrigida para cinzas e proteínas. A fibra em detergente ácido (FDA) foi feita segundo Van Soest e Robertson (1985) seqüencialmente ao FDN. Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados pela equação $CNF=100-(\%PB + \%FDN_{cp} + \%EE + \%MM)$ (VAN SOEST; ROBERTSON; LEWIS, 1991). O teor de amido foi estimado segundo método descrito por Hendrix (1993), para a extração, e para leitura colorimétrica utilizou-se o ácido dinitrosalisílico (DNSA) segundo metodologia descrita por Miller (1959). O teor de fibra solúvel em detergente neutro (FSDN) foi quantificado conforme metodologia

descrita por Hall (2000), na qual o valor é estimado pela solubilização da amostra em etanol 80% e do resíduo remanescente feita às análises de matéria mineral, proteína bruta e amido. Assim, obteve-se o valor da FSDN pela fórmula: $FSDN = MORIE - (PBRIE + FDN_{cp} + amidoRIE)$, em que: FSDN= fibra solúvel em detergente neutro; MORIE= matéria orgânica do resíduo insolúvel em etanol; PBRIE= proteína bruta do resíduo insolúvel em etanol; FDN_{cp}= fibra em detergente neutro da amostra corrigida para os teores de cinzas e proteína; amidoRIE= amido do resíduo insolúvel em etanol.

Nas amostras de urina foram determinados os teores de nitrogênio total, para o cálculo do balanço aparente de nitrogênio (BN), expresso em g/animal/dia, calculados pelas expressões: $N \text{ retido} = N \text{ ingerido} - (N \text{ fezes} + N \text{ urina})$; $N \text{ absorvido} = N \text{ ingerido} - N \text{ fezes}$; $N \text{ ingerido} = N \text{ ofertado} - N \text{ sobras}$.

O delineamento utilizado foi o inteiramente ao acaso em esquema fatorial 2×2 , com duas fontes de carboidratos (amido e FSDN) e dois níveis de inclusão de óleo (0% e 4,2%). Foram atendidas as pressuposições de normalidade dos erros e homogeneidade de variância pelos testes de Cramer-von Mises e BoxCox, respectivamente. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de F, considerou-se nível de significância de 5%, e utilizou-se o procedimento para modelos mistos do SAS (2008) (*Statistical Analysis System*), versão 9.2.

Resultados e Discussão

As diferentes fontes de carboidratos assim como a inclusão de óleo às dietas não influenciaram ($P>0,05$) consumo de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e hemiceluloses pelos cordeiros (Tabela 2). Não foi observada interação ($P>0,05$) entre as fontes de carboidratos e a inclusão de óleo sobre o consumo de nutrientes.

Os consumos de extrato etéreo (EE), amido, fibra solúvel em detergente neutro (FSDN) e carboidratos não fibrosos (CNF) foram influenciados ($P < 0,05$) conforme a composição das dietas, pois o alto teor de FSDN na dieta proporcionou maior consumo de

FSDN e CNF e menor consumo de amido e EE, em comparação a dieta com alto percentual de amido, e a inclusão de óleo às dietas promoveu maior ingestão de EE e menor ingestão de FSDN e CNF em comparação às dietas sem óleo.

Tabela 2. Consumo de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), amido, fibra solúvel em detergente neutro (FSDN), carboidratos não fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro (FDN) e hemiceluloses, em kg.animal.dia⁻¹, em cordeiros alimentados com diferentes carboidratos associados ao óleo de girassol.

Variável (kg.animal.dia ⁻¹)	Fonte de carboidrato		Óleo de girassol		CV ² (%)	Significância (p)		
	FSDN ¹	Amido	0%	4,2%		FC ³	Óleo	FC x Óleo ⁴
MS	1,04	0,99	1,05	0,98	13,82	0,45	0,26	0,43
MO	0,84	0,80	0,85	0,78	13,02	0,34	0,16	0,17
PB	0,13	0,12	0,13	0,12	12,53	0,30	0,05	0,08
EE	0,05	0,07	0,03	0,08	16,48	0,01	<0,05	0,06
Amido	0,20	0,39	0,29	0,29	13,88	<0,05	0,81	0,06
FSDN	0,17	0,09	0,14	0,12	18,80	<0,05	0,03	0,25
CNF	0,30	0,26	0,33	0,24	13,31	0,03	<0,05	0,13
FDN	0,43	0,40	0,43	0,40	13,05	0,29	0,30	0,23
Hemiceluloses	0,18	0,20	0,20	0,18	14,55	0,09	0,22	0,71

¹FSDN = fibra solúvel em detergente neutro; ²CV = coeficiente de variação; ³FC = fonte de carboidrato; ⁴FC x Óleo = interação entre fonte de carboidrato e óleo.

Fonte: Elaboração dos autores.

Redução significativa no consumo de FDA foi observado para os animais alimentados com a dieta com alto teor de amido em relação à dieta FSDN sem inclusão de óleo (Tabela 3), possivelmente pelo menor percentual de FDA da dieta amido (22,74%) em relação à dieta FSDN (25,74%) (Tabela 1), essa diferença pode ser explicada pelo maior percentual de FDA na polpa cítrica (22,8%) em comparação ao milho (2,83). A inclusão de óleo à dieta FSDN promoveu redução no consumo de FDA pelos cordeiros.

Houve interação ($P < 0,05$) entre as fontes de carboidratos e a inclusão de óleo nas digestibilidades

da MS, MO, CNF, FDN e hemiceluloses (Tabela 4). Embora as diferentes fontes de carboidratos não tenham influenciado significativamente o consumo de MS, o alto teor de amido na dieta promoveu maior digestibilidade da MS em comparação à dieta alta em FSDN sem a inclusão de óleo, no entanto, a digestibilidade da MO, não foi influenciada pela fonte de carboidrato (Tabela 4). Essas diferenças possivelmente podem ter ocorrido devido ao maior teor de matéria mineral na dieta FSDN em comparação a dieta amido (Tabela 1). Redução na digestibilidade da MS sem alteração na digestibilidade da MO também foi verificada na literatura por Rodrigues et al. (2008), ao substituírem o milho pela polpa cítrica na dieta de ovinos.

Tabela 3. Desdobramento da interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo sobre o consumo de fibra em detergente ácido (FDA), em kg.animal.dia⁻¹, em cordeiros alimentados com diferentes carboidratos associados ao óleo de girassol.

Variável	Fonte de carboidrato	Óleo de girassol		CV ² (%)	Significância (p)		
		0%	4,2%		FC ³	Óleo	FC x Óleo ⁴
FDA (kg.animal.dia ⁻¹)	FSDN ¹	0,28aA	0,23bA	12,92	<0,05	0,44	0,02
	Amido	0,19aB	0,22aA				

¹FSDN = fibra solúvel em detergente neutro; ²CV = coeficiente de variação; ³FC = fonte de carboidrato; ⁴FC x Óleo = interação entre fonte de carboidrato e óleo.

Fonte: Elaboração dos autores.

Tabela 4. Desdobramento da interação entre a fonte de carboidrato e inclusão de óleo sobre os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), da matéria orgânica (CDMO), dos carboidratos não fibrosos (CDCNF), da fibra em detergente neutro (CDFDN) e das hemiceluloses (CDhemiceluloses) em cordeiros alimentados com diferentes carboidratos associados ao óleo de girassol.

Variável (%)	Fonte de carboidrato	Óleo de girassol		CV ² (%)	Significância (p)		
		0%	4,2%		FC ³	Óleo	FC x Óleo ⁴
CDMS	FSDN ¹	62,68Ba	65,08Aa	4,51	0,96	0,21	<0,05
	Amido	66,68Aa	60,97Bb				
CDMO	FSDN	63,90Aa	66,29Aa	4,36	0,50	0,19	<0,05
	Amido	67,12Aa	61,32Bb				
CDCNF	FSDN	86,92Aa	86,34Aa	2,54	<0,05	<0,05	<0,05
	Amido	87,02Aa	79,28Bb				
CDFDN	FSDN	45,16Aa	50,44Aa	9,54	0,71	0,81	<0,05
	Amido	50,16Aa	43,89Bb				
CDhemiceluloses	FSDN	69,94Aa	74,14Aa	5,96	0,44	0,73	0,02
	Amido	73,31Aa	67,75Bb				

¹FSDN = fibra solúvel em detergente neutro; ²CV = coeficiente de variação; ³FC = fonte de carboidrato; ⁴FC x Óleo = interação entre fonte de carboidrato e óleo.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na linha, e maiúscula na coluna, não diferem entre si. (Teste F, p>0,05).

Fonte: Elaboração dos autores.

A associação de 4,2% de óleo de girassol à dieta FSDN não afetou significativamente as digestibilidades da MS, MO e dos carboidratos fibrosos e não fibrosos (Tabela 4), possivelmente por não alterar o ambiente ruminal. Segundo Ben-Ghedalia et al. (1989), a polpa cítrica, maior componente da dieta FSDN, possui características fermentativas semelhantes a alimentos volumosos, tendendo manter uma condição ruminal mais favorável para a digestão da fibra que dietas com alto amido, e dessa forma sua associação ao óleo, não promoveu efeitos deletérios sobre a digestão dos

nutrientes da dieta, principalmente dos carboidratos fibrosos, por fornecer condições necessárias para a fermentação microbiana. No entanto, a associação de 4,2% óleo de girassol à dieta amido promoveu redução significativa nas digestibilidades da MS, MO, CNF, FDN e hemiceluloses (Tabela 4), possivelmente por causar alteração na flora microbiana do rúmen desses animais. Todavia, estas diferenças não refletem no ganho de peso e no desempenho dos animais como o observado por Morgado et al. (2013).

Redução na digestibilidade da fibra pela suplementação com óleo tem sido reportado na literatura por Ikwuegbu e Sutton (1982) que avaliaram a inclusão de diferentes níveis de óleo de linhaça em dietas contendo amido, como fonte energética, para ovinos. Maia et al. (2006) também verificaram redução nas digestibilidades da FDN e dos CNF pela inclusão de 5,1 % de diferentes fontes de lipídios em dietas contendo milho como fonte energética para caprinos. Ueda et al. (2003) inferiu que a suplementação com óleo de linhaça, que possui alto teor de ácidos graxos poliinsaturados, pode muitas vezes produzir efeitos negativos em dieta com alta teor de concentrado e /ou amido. Efeito negativo na digestibilidade ruminal da MS e da fibra pela inclusão de óleo a dieta foi reportado por Jenkins e Fotouhi (1990) ao adicionar 2,4% óleo

de milho em dieta contendo milho, na alimentação de ovinos, esses autores atribuíram este fato ao alto teor de ácido graxo insaturado no óleo de milho que possivelmente inibiu a fermentação ruminal.

As diferentes fontes de carboidratos assim como a inclusão de óleo não tiveram influência ($P>0,05$) sobre as digestibilidades da PB, FSDN e FDA (Tabela 5). Eifert et al. (2006) avaliaram a associação de 2,25% de óleo de soja a diferentes fontes de carboidratos, milho, farelo de trigo e polpa cítrica, na alimentação de vacas e também não observaram efeito das fontes de carboidratos e da inclusão de óleo sobre a digestibilidade da PB. Ausência de efeito da inclusão de óleo às dietas sobre a digestibilidade da PB, em ovinos foi verificado na literatura por Kucuk, Hess e Rule (2004) e por Maia et al. (2012).

Tabela 5. Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), amido (CDamido), fibra solúvel em detergente neutro (CDFSDN) e fibra em detergente ácido (CDFDA) em cordeiros alimentados com diferentes carboidratos associados ao óleo de girassol.

Variável (%)	Fonte de carboidrato		Óleo de girassol		CV ² (%)	Significância (p)		
	FSDN ¹	Amido	0%	4,2%		FC ³	Óleo	FC x Óleo ⁴
CDPB	56,32	57,29	57,21	56,40	8,61	0,66	0,72	0,14
CDEE	90,90	93,94	89,61	95,23	2,26	<0,05	<0,05	0,07
CDamido	86,88	91,20	88,90	89,19	2,94	<0,05	0,81	0,40
CDFSDN	85,57	86,23	83,91	87,95	9,44	0,85	0,28	0,74
CDFDA	30,74	24,14	26,97	27,91	27,25	0,07	0,78	0,41

¹FSDN = fibra solúvel em detergente neutro; ²CV = coeficiente de variação; ³FC = fonte de carboidrato; ⁴FC x Óleo = interação entre fonte de carboidrato e óleo.

Fonte: Elaboração dos autores.

Embora não tenha sido observada diferença ($P=0,07$) entre as fontes de carboidratos sobre a digestibilidade da FDA, pode ser verificado que a dieta com alto teor de FSDN proporcionou melhora de 6,6 unidades percentuais na digestibilidade da FDA, em comparação a dieta com alto teor de amido (Tabela 5). Segundo Bem-Ghedalia et al. (1989), a parede celular de dieta com alto teor de polpa cítrica é mais digestível que dieta com alto teor de cevada, devido às diferenças na qualidade da parede celular e a fermentação da pectina que proporciona melhor condição para a fermentação ruminal da celulose.

Apesar da inclusão de óleo ter promovido redução significativa na ingestão da FDA quando associado a dieta com alto teor de FSDN, este efeito não afetou a digestibilidade deste nutriente.

Os maiores consumos de EE e amido foram acompanhados pela maior digestibilidade destes nutrientes na dieta com alto teor de amido em comparação as dietas com alto percentual de FSDN. A inclusão de óleo às dietas aumentou a digestibilidade do EE (Tabela 5). Resultados semelhantes foram observados por Yamamoto et

al. (2005) e Maia et al. (2012) onde observaram aumento na digestibilidade do EE com a inclusão de óleo na dieta de ovinos. A inclusão de óleo as dietas não afetou ($P=0,81$) a digestibilidade do amido, corroborando com os estudos observados na literatura por Ikwuegbu e Sutton (1982), Zinn (1988), Ueda et al. (2003) e por Kucuk, Hess e Rule (2004). Segundo Jenkins (1993), o lipídio dietético é menos prejudicial a digestibilidade dos carboidratos não estruturais em comparação aos carboidratos estruturais.

O balanço de nitrogênio não foi influenciado significativamente pelas fontes de carboidratos e pela inclusão de 4,2% óleo às dietas (Tabela 6). Esses resultados estão de acordo com os dados observados na literatura por Rodrigues et al. (2008) que alimentaram ovinos com níveis crescente de polpa cítrica na dieta em substituição ao milho e não observaram diferenças no metabolismo do nitrogênio. E por Machmüller e Kreuzer (1999) que verificaram que a suplementação da dieta com até 7% de óleo de coco não afeta o balanço de nitrogênio em ovinos.

Tabela 6. Balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com diferentes carboidratos associados ao óleo de girassol.

Variável	Fonte de carboidrato		Óleo de girassol		CV ² (%)	Significância (p)		
	FSDN ¹	Amido	0%	4,2%		FC ³	Óleo	FC x Óleo ⁴
N ingerido (g.dia ⁻¹)	21,06	19,82	21,63	19,25	12,53	0,29	0,05	0,08
N urina (g.dia ⁻¹)	4,63	4,04	4,68	4,00	23,78	0,22	0,16	0,88
N retido (g.dia ⁻¹)	7,63	7,31	7,66	7,28	27,07	0,73	0,68	0,89
N absorvido (g.dia ⁻¹)	12,26	11,36	12,34	11,28	18,50	0,37	0,29	0,95
Retido/ingerido	0,36	0,36	0,35	0,37	22,83	0,98	0,57	0,47
Retido/absorvido	0,62	0,63	0,61	0,64	15,22	0,74	0,60	0,67

¹FSDN = fibra solúvel em detergente neutro; ²CV = coeficiente de variação; ³FC = fonte de carboidrato; ⁴FC x Óleo = interação entre fonte de carboidrato e óleo.

Fonte: Elaboração dos autores.

Foi observada interação ($P<0,05$) entre as fontes de carboidratos e a inclusão de óleo sobre a excreção fecal de nitrogênio (Tabela 7). A menor excreção fecal de nitrogênio nos animais alimentados com a dieta com alto percentual de amido sem a inclusão de óleo, pode ser explicada, possivelmente, pela maior digestibilidade da matéria seca e melhor conversão alimentar desta dieta em comparação a dieta FSDN, como o observado por Morgado et al. (2013). A associação de óleo à dieta FSDN promoveu melhora no aproveitamento do nitrogênio

pelos animais, por reduziu sua excreção fecal. Esta melhora no aproveitamento do nitrogênio pode estar relacionado com a redução da viscosidade intestinal promovida pela inclusão de óleo à dieta, como o observado por Mir et al. (2002), este efeito pode ocasionar melhora na digestão e na absorção de nutrientes no intestino delgado (BLACKBURN; JOHNSON, 1981). Todavia, estas diferenças na excreção fecal de nitrogênio não afetaram a retenção e a absorção do nitrogênio nos ovinos.

Tabela 7. Desdobramento da interação entre a fonte de carboidrato e inclusão de óleo sobre o teor de nitrogênio fecal, em g.dia⁻¹, em cordeiros alimentados com diferentes carboidratos associados ao óleo de girassol.

Variável	Fonte de carboidrato	Óleo de girassol		CV ² (%)	Significância (p)		
		0%	4,2%		FC ³	Óleo	FC x Óleo ⁴
N fezes (g.dia ⁻¹)	FSDN ¹	10,48aA	7,11bA	19,11	0,66	0,09	0,01
	Amido	8,10aB	8,82aA				

¹FSDN = fibra solúvel em detergente neutro; ²CV = coeficiente de variação; ³FC = fonte de carboidrato; ⁴FC x Óleo = interação entre fonte de carboidrato e óleo.

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na linha, e maiúscula na coluna, não diferem entre si. (Teste F, p>0,05).

Fonte: Elaboração dos autores.

Conclusões

A associação de 4,2% de óleo de girassol às diferentes fontes de carboidratos, amido ou FSDN, não afeta o consumo de nutrientes e o balanço do nitrogênio em cordeiros confinados. A adição de óleo à dieta com alto amido promove redução na digestibilidade da matéria orgânica, dos carboidratos fibrosos e não fibrosos da dieta, ao passo que a associação de 4,2% de óleo de girassol ao alto teor de FSDN não altera a digestibilidade dos nutrientes.

Referências

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. Official methods of analysis. 16. ed. Washington D.C., 1995. 1094 p.
- BEN-GHEDALIA, D.; YOSEF, E.; MIRON, J.; EST. Y. The effect of starch-and pectin-rich diets on quantitative aspects of digestion in sheep. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v. 24, n. 3-4, p. 289-298, 1989.
- BLACKBURN, N. A.; JOHNSON, I. T. The effect of guar gum on the viscosity of the gastrointestinal tract of rodents and on glucose uptake from the perfused jejunum in the rat. *British Journal Nutrition*, Cambridge, v. 46, n. 2, p. 239-246, 1981.
- EIFERT, E. C.; LANA, R. P.; LANNA, D. P. D.; LEOPOLDINO, W. M.; OLIVEIRA, M. V. M.; ARCURI, P. B.; CAMPOS, J. M. S.; LEÃO, M. I.; VALADARES FILHO, S. C. Consumo, produção e composição do leite de vacas alimentadas com óleo de soja e diferentes fontes de carboidratos na dieta. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 211-218, 2006.
- HALL, M. B. *Neutral detergent-soluble carbohydrates nutritional relevance and analysis*. Florida: University of Florida, 2000. 42 p. (Bulletin, 339).

HENDRIX, D. L. Rapid extraction and analysis of nonstructural carbohydrates in plant tissues. *Crop Science*, Madison, v. 33, n. 6, p. 1306-1311, 1993.

HOOVER, W. H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 69, n. 10, p. 2755-2766, 1986.

IKWUEGBU, O. A.; SUTTON, J. D. The effect of varying the amount of linseed oil supplementation on rumen metabolism in sheep. *British Journal Nutrition*, Cambridge, v. 48, n. 2, p. 365-375, 1982.

IVAN, M.; MIR, P. S.; KOENIG, K. M.; RODE, L. M.; NEILL, L.; ENTZ, T.; MIR, Z. Effects of dietary sunflower seed oil on rumen protozoa population and tissue concentration of conjugated linoleic acid in sheep. *Small Ruminant Research*, Amsterdam, v. 41, n. 3, p. 215-227, 2001.

JENKINS, T. C. Lipid metabolism in the rumen. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 76, n. 12, p. 3851-3863, 1993.

JENKINS, T. C.; FOTOUHI, N. Effects of lecithin and corn oil on site of digestion, ruminal fermentation and microbial protein synthesis in sheep. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 68, n. 2, p. 460-466, 1990.

KUCUK, O.; HESS, B. W.; RULE, D. C. Soybean oil supplementation of a high-concentrate diet does not affect site and extent of organic matter, starch, neutral detergent fiber, or nitrogen digestion, but influences both ruminal metabolism and intestinal flow of fatty acids in limit-fed lambs. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 82, n. 10, p. 2985-2994, 2004.

MACHMÜLLER, A.; KREUZER, M. Methane suppression by coconut oil and associated effects on nutrient and energy balance in sheep. *Canadian Journal of Animal Science*, Ottawa, v. 79, n. 1, p. 65-72, 1999.

MAIA, F. J.; BRANCO, A. F.; MOURO, G. F.; CONEGLIAN, S. M.; SANTOS, G. T.; MINELLA, T. F.; MACEDO, F. A. F. Inclusão de fontes de óleo na dieta

- de cabras em lactação: digestibilidade dos nutrientes e parâmetros ruminais e sanguíneos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1496-1503, 2006.
- MAIA, M. O.; SUSIN, I.; FERREIRA, E. M.; NOLLI, C. P.; GENTIL, R. S.; PIRES, A. V.; MOURÃO, G. B. Intake, nutrient apparent digestibility and ruminal constituents of sheep fed diets with canola, sunflower or castor oils. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 41, n. 11, p. 2350-2356, 2012.
- MANSO, T.; BODAS, R.; CASTRO, T.; JIMENO, V.; MANTECON, A. R. Animal performance and fatty acid composition of lambs fed with different vegetable oils. *Meat Science*, Barking, v. 83, n. 3, p. 511-516, 2009.
- MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry*, Washington, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.
- MIR, P. S.; IVAN, M.; MEARS, G. J.; BENKEL, B. F.; ROSS, C. M.; HUSAR, S. D.; MIR, Z. Effect of sunflower oil on sheep small intestinal digesta viscosity, composition and amylase activity. *Small Ruminant Research*, Amsterdam, v. 45, n. 1, p. 33-38, 2002.
- MORGADO, E. S.; EZEQUIEL, J. M. B.; GALZERANO, L.; SILVA SOBRINHO, A. G. Desempenho e características de carcaça de cordeiros alimentados com fontes de carboidratos associadas ao óleo de girassol. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 29, n. 3, p. 712-720, 2013.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. *Nutrients requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids*. Washington: D.C., 2007. 384 p.
- RODRIGUES, G. H.; SUSIN, I.; PIRES, A. V.; MENDES, C. Q.; ARAÚJO, R. C.; PACKER, I. U.; RIBEIRO, M. F.; GERAGE, L. V. Substituição do milho por polpa cítrica em rações com alta proporção de concentrado para cordeiros confinados. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 38, n. 3, p. 789-794, 2008.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE – SAS. SAS/STAT 9.2 User's guide. SAS Institute Inc, Cary, NC., 2008.
- STROBEL, H. L.; RUSSELL, J. B. Effect of pH and energy spilling on bacterial protein synthesis by carbohydrate limited cultures of mixed rumen bacteria. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 69, n. 11, p. 2941-2947, 1986.
- UEDA, K.; FERLAY, A.; CHABROT, J.; LOOR, J. J.; CHILLIARD, Y.; DOREAU, M. Effect of linseed oil supplementation on ruminal digestion in dairy cows fed diets with different forage: concentrate ratios. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 86, n. 12, p. 3999-4007, 2003.
- VAN SOEST, P. J. *Nutrition ecology of the ruminants*. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476 p.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B. *Analysis of forages and fibrous foods*. AS 613 Manual. Ithaca, NY: Department of Animal Science, Cornell University, 1985. 202 p.
- 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*, Champaign, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.
- YAMAMOTO, S. M.; MACEDO, F. A. F.; ZUNDT, M.; MEXIA, A. A.; SAKAGUTI, E. S.; ROCHA, G. B. L.; REGAÇONI, K. C. T.; MACEDO, R. M. G. Fontes de Óleo Vegetal na Dieta de Cordeiros em Confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 703-710, 2005.
- ZINN, R. A. Comparative feeding value of supplemental fat in finishing diets for feedlot steers supplemented with and without monensin. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 66, n. 1, p. 151-158, 1988.