

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**ÓLEO EM DIETAS PARA OVINOS ALIMENTADOS COM
AMIDO OU FIBRAS SOLÚVEIS EM DETERGENTE NEUTRO**

Eliane da Silva Morgado

Zootecnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

2011

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**ÓLEO EM DIETAS PARA OVINOS ALIMENTADOS COM
AMIDO OU FIBRAS SOLÚVEIS EM DETERGENTE NEUTRO**

Eliane da Silva Morgado

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Jane Maria Bertocco Ezequiel

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Jaboticabal - São Paulo – Brasil

Novembro de 2011

Morgado, Eliane da Silva
M847o Óleo em dietas para ovinos alimentados com amido ou fibras solúveis em detergente neutro / Eliane da Silva Morgado. – – Jaboticabal, 2011
x, 105 f. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2011
Orientadora: Jane Maria Bertocco Ezequiel
Banca examinadora: Mirton José Frota Morenz, Cledson Augusto Garcia, Euclides Braga Malheiros, Nívea Maria Brancacci Lopes Zeola
Bibliografia

1. Nutrição. 2. Cordeiros. 3.Fibra solúvel. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.085.2:636.3

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

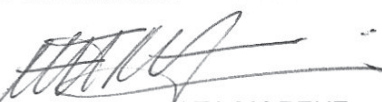
TÍTULO: ÓLEO EM DIETAS PARA OVINOS ALIMENTADOS COM AMIDO OU FIBRAS SOLÚVEIS EM DETERGENTE NEUTRO

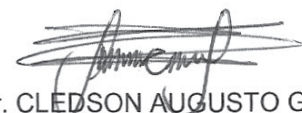
AUTORA: ELIANE DA SILVA MORGADO

ORIENTADORA: Profa. Dra. JANE MARIA BERTOCCO EZEQUIEL

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM ZOOTECNIA , pela Comissão Examinadora:


Prof. Dra. JANE MARIA BERTOCCO EZEQUIEL
Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Prof. Dr. MIRTON JOSE FROTA MORENZ
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária / Juiz de Fora/MG


Prof. Dr. CLEDSON AUGUSTO GARCIA
Departamento de Medicina Veterinária/Unimar / Universidade de Marília


Prof. Dr. EUCLIDES BRAGA MALHEIROS
Departamento de Ciências Exatas / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Profa. Dra. NIVEA MARIA BRANCACCI LOPES ZEOLA
Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Data da realização: 17 de novembro de 2011.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

ELIANE DA SILVA MORGADO - nascida na cidade de Niterói, Rio de Janeiro em maio de 1977, ingressou no curso de Zootecnia na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFRRJ, em Seropédica, no segundo semestre do ano de 2000. Durante a graduação, fez estágios na área de produção animal; participou de projetos de pesquisa, foi bolsista de Iniciação Científica do CNPq e graduou-se no primeiro semestre de 2005, quando ingressou no Mestrado do Programa de Pós-graduação em Zootecnia da UFRRJ concluindo o curso em 2007. Em 2008 iniciou o doutorado em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP, Campus de Jaboticabal, SP, com bolsa da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

AGRADECIMENTOS

A Deus, por não me deixar fraquejar, por estar sempre ao meu lado e ter mostrado o verdadeiro sentido das coisas mais simples, colocando no meu caminho pessoas amigas e generosas.

Aos meus pais Aníbal e Maria pelo amor, carinho, ensinamentos e compreensão ao longo das minhas conquistas e pelo exemplo impar e dedicação na construção de meu caráter.

As minhas irmãs Eletícia e Flávia pelo amor, carinho e apoio.

A Professora Jane Maria Bertocco Ezequiel, pela orientação, pela confiança, pelos ensinamentos, e principalmente pela amizade e carinho a mim dedicados.

Ao querido Leandro Galzerano, pela inestimável ajuda durante a condução dos experimentos, pelo incentivo, carinho, companheirismo, apoio, ensinamentos, paciência, alegria e amor.

Aos Professores da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária da Unesp, Campus de Jaboticabal que contribuíram para minha formação profissional.

Ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária da Unesp, Campus de Jaboticabal pela oportunidade.

A FAPESP pela concessão da bolsa de estudos durante o curso de Doutorado.

Ao Prof. Kleber Tomás de Resende pela atenção, ajuda e apoio.

Ao Prof. Dr. Euclides Braga Malheiros pela atenção, ensinamentos, paciência e por estar sempre disposto a ajudar nas análises estatísticas.

Ao Prof. Dr. Américo Garcia da Silva Sobrinho pelos ensinamentos, pela atenção, parceria, incentivo, por estar sempre disposto a ajudar e por disponibilizar as instalações do setor de ovinos para o abate dos animais e pelos equipamentos utilizados.

Ao Prof. Dr. Mauro Dal Secco Oliveira e todos os funcionários do setor de Bovinocultura de Leite, pela amizade e ajuda concedida durante o experimento.

Ao Prof. Dr. José Wanderlei Cattelan pela cirurgia de canulação dos ovinos.

Ao Prof. Dr. Mirton José Frota Morenz pela amizade e por estar sempre disposto a ajudar.

Aos funcionários Dejair Buzoli (Unidade Animal), João Luis (Ovinocultura), Sandra, Osvaldo e Helinho (Fabrica de ração), e demais que me auxiliaram durante a minha jornada.

Aos secretários do departamento de Zootecnia e do Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Unesp, Campus de Jaboticabal.

A empresa Caramuru Alimentos Ltda por ter cedido os ingredientes casca de soja e o farelo de girassol.

A todos os amigos e companheiros de equipe pela amizade, ajuda, incentivos e alegrias: André D'aurea, Antônio Carlos, Eric Van Cleef, Juliana Borsari, Josimari Pascolato, Mariza Manço, Marco Túlio, Vanessa Favaro, Victor Silva, Viviane Santos e Zinaldo Firmino.

Aos amigos do curso de Doutorado do Programa de Pós-graduação em Zootecnia Cíntia Loureiro, Fernanda Figueiredo, Leonardo Pascoal, Oscar Boaventura Neto, Victor Silva e as meninas da república as filhas do Jorge, Adriane, Laura, Fabiana, Giane e Lídia pela amizade, ajuda e alegrias.

Aos amigos da Pós-graduação por tornarem cada momento mais alegre.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	iii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	4
2.1 Carboidratos não fibrosos na alimentação dos ruminantes.....	4
2.2 Fermentação ruminal dos carboidratos não fibrosos.....	6
2.3 Inclusão de óleos vegetais na dieta de ruminantes.....	10
2.4 Efeitos da inclusão de óleo sobre a qualidade da carne ovina.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 Local.....	15
3.2 Dietas experimentais	15
3.3 Ensaio de digestibilidade dos nutrientes	17
3.3.1 Análise estatística.....	20
3.4 Ensaio de degradabilidade <i>in situ</i> dos nutrientes, parâmetros ruminais, taxa de diluição ruminal e produção de CH ₄ e CO ₂	21
3.4.1 Degradabilidade <i>in situ</i> dos nutrientes.....	21
3.4.2 Parâmetros ruminais	23
3.4.3 Taxa de diluição de fluido ruminal	24

3.4.4 Produção de metano (CH ₄) e dióxido de carbono (CO ₂)	25
3.4.5 Análises estatísticas	26
3.5 Ensaio de desempenho e características quantitativas da carcaça e qualitativas da carne	27
3.5.1 Análise estatística.....	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.1 Ensaio de digestibilidade dos nutrientes	34
4.2 Ensaio de degradabilidade <i>in situ</i> dos nutrientes, parâmetros ruminais, taxa de diluição de fluidos no rúmen e produção de CH ₄ e CO ₂	47
4.2.1 Degradabilidade <i>in situ</i> dos nutrientes da dieta total	47
4.2.2 Degradabilidade <i>in situ</i> dos ingredientes das dietas experimentais	48
4.2.3 Parâmetros ruminais	57
4.2.4 Taxa de diluição de fluidos no rúmen	63
4.2.5 Produção de Metano (CH ₄) e dióxido de carbono (CO ₂)	65
4.3 Ensaio de desempenho e características quantitativas da carcaça e qualitativas da carne.....	68
5. CONCLUSÕES	85
6. REFERÊNCIAS.....	86

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Composição químico-bromatológica dos ingredientes utilizados na formulação das dietas experimentais	16
Tabela 2. Composição percentual dos ingredientes utilizados na formulação das dietas e composição químico-bromatológica das dietas experimentais, expressas na base da matéria seca	16
Tabela 3. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância do consumo de matéria seca (CMS), ganho em peso médio diário (GPMD) e conversão alimentar (CA) dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais.....	34
Tabela 4. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância do consumo, em kg/animal/dia, dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais	35
Tabela 5. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância do 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	36
Tabela 6. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais	37
Tabela 7. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância do 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), das hemiceluloses (CDhemiceluloses) e dos carboidratos totais (CDCHOT) dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais	38
Tabela 8. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância do balanço de nitrogênio dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais	40

Tabela 9. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância do desdobramento da interação entre a fonte de carboidrato e inclusão de óleo sobre o nitrogênio fecal, em g/animal/dia e em g/kg ^{0,75} /dia e nitrogênio ingerido, em g/kg ^{0,75} /dia, dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais	40
Tabela 10. Probabilidades do teste F na análise de variância e coeficiente de variação para as concentrações sanguíneas de glicose, ureia, colesterol e triglicérides	41
Tabela 11. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância dos teores sanguíneos, em mg/dL, de glicose, ureia e colesterol nos cordeiros alimentados com as dietas experimentais.....	42
Tabela 12. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância do desdobramento da interação entre a fonte de carboidrato e inclusão de óleo sobre o teor de triglicérides, em mg/dL, no sangue dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais.....	44
Tabela 13. Médias, coeficientes de variação e de contraste e valores de P associado ao teste F da análise de variância das concentrações de glicose sérica, ureia, colesterol e triglicérides plasmáticos dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais, por horário de colheita.....	45
Tabela 14. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância para a degradação <i>in situ</i> da matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), amido e fibra solúvel em detergente neutro (FSDN) da ração total dos ovinos alimentados com as dietas experimentais	48
Tabela 15. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância para a degradação ruminal <i>in situ</i> dos nutrientes da polpa cítrica.....	50
Tabela 16. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância para a degradação <i>in situ</i> dos nutrientes da casca de soja.....	51
Tabela 17. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância para a degradação <i>in situ</i> dos nutrientes do farelo de girassol	53

Tabela 18. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância para a degradação <i>in situ</i> dos nutrientes da silagem de milho	54
Tabela 19. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância para a degradação <i>in situ</i> dos nutrientes do milho	56
Tabela 20. Probabilidades do teste F na análise de variância e coeficiente de variação para os parâmetros ruminais dos ovinos alimentados com as dietas experimentais.....	57
Tabela 21. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância para a concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH ₃) em mg/dL, concentração molar (mM) dos ácidos graxos de cadeia curta, acético, propiônico e butírico, do total de ácidos graxos de cadeia curta (total AGCC) e da relação entre o ácido acético e o propiônico (acet/prop) do fluido ruminal dos ovinos alimentados com as dietas experimentais	58
Tabela 22. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância do desdobramento da interação entre a fonte de carboidrato e inclusão de óleo sobre o valor de pH ruminal dos ovinos alimentados com as dietas experimentais.....	60
Tabela 23. Médias, coeficientes de variação e contraste para os valores de pH ruminal, concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH ₃), concentração molar dos ácidos graxos de cadeia curta, acético, propiônico e butírico, do total de ácidos graxos de cadeia curta (total AGCC) e da relação entre os ácidos acético e propiônico (acet/prop) do fluido ruminal dos ovinos alimentados com as dietas experimentais, nos diferentes tempos de colheita.....	60
Tabela 24. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância para o tempo médio de retenção ruminal (TMRR), o volume de fluido no rúmen e o fluxo do líquido ruminal dos ovinos alimentados com as dietas experimentais	63
Tabela 25. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância do desdobramento da interação entre a fonte de carboidrato e inclusão de óleo sobre a taxa de diluição de fluidos no rúmen (K ₁ Co) e a taxa de reciclagem (REC), dos ovinos alimentados com as dietas experimentais	64

Tabela 26. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância para a produção de gás metano (CH ₄), dióxido de carbono (CO ₂) e volume total de gás produzido <i>in vitro</i> , em mL/g de MS incubada, no líquido ruminal dos ovinos alimentados com as dietas experimentais	65
Tabela 27. Probabilidade do teste F na análise de variância para a produção de metano (CH ₄), dióxido de carbono (CO ₂) e volume total de gases produzidos <i>in vitro</i> dos ingredientes das dietas experimentais	66
Tabela 28. Médias e valores de P da análise de variância da produção de gás metano (CH ₄), do dióxido de carbono (CO ₂), e do volume total de gás produzido <i>in vitro</i> , em mL/g MS incubada, dos ingredientes das dietas experimentais.....	67
Tabela 29. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância para os dias de confinamento (DC), consumo de matéria seca (CMS), ganho de peso médio diário (GPMD), e conversão alimentar (CA) dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais	68
Tabela 30. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância para as medidas morfométricas <i>in vivo</i> dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais	69
Tabela 31. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância para os pesos e rendimentos, em relação ao peso corporal ao abate, dos não componentes da carcaça dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais.....	71
Tabela 32. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância do desdobramento da interação entre a fonte de carboidrato e inclusão de óleo sobre o peso do corpo vazio (PCV), em kg	72
Tabela 33. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância para as perdas ao jejum (PJ), peso da carcaça quente (PCQ), peso da carcaça fria (PCF), perdas de peso por resfriamento (PPR), rendimentos de carcaça quente (RCQ), rendimento de carcaça fria (RCF) e rendimento verdadeiro (RV) da carcaça dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais	73
Tabela 34. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância para as medidas morfológicas da carcaça dos ovinos alimentados com as dietas experimentais	75

Tabela 35. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância do desdobramento da interação entre a fonte de carboidrato e inclusão de óleo sobre a largura da garupa (cm) dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais.....	76
Tabela 36. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância para os pesos e porcentagens dos cortes comerciais da meia carcaça fria esquerda dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais.....	77
Tabela 37. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância do desdobramento da interação entre a fonte de carboidrato e inclusão de óleo sobre o peso das costelas (kg) dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais.....	77
Tabela 38. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância para a cor e pH (45 min e 24 horas após o abate) da carne dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais.....	78
Tabela 39. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância para a composição centesimal, colesterol e energia bruta do músculo <i>Longissimus lumborum</i> dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais	79
Tabela 40. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância para a composição percentual dos ácidos graxos do músculo <i>Longissimus lumborum</i> dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais	81
Tabela 41. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância do desdobramento da interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo sobre o percentual dos ácidos graxos do músculo <i>Longissimus lumborum</i> dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais	83

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Evolução temporal da concentração sanguínea em mg/dL da glicose, ureia, colesterol e triglicérides dos ovinos alimentados com diferentes fontes de carboidratos solúveis em detergente neutro associadas ou não ao óleo de girassol.	46
Figura 2. Evolução temporal do pH e da concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH ₃), em mg/dL, no líquido ruminal dos ovinos alimentados com diferentes fontes de carboidratos solúveis em detergente neutro associadas ou não ao óleo de girassol.	61
Figura 3. Evolução temporal da concentração molar (mM) dos ácidos graxos de cadeia curta acético, propiônico, butírico e do total dos AGCC no líquido ruminal dos ovinos alimentados com diferentes fontes de carboidratos solúveis em detergente neutro associadas ou não ao óleo de girassol.....	62

ÓLEO EM DIETAS PARA OVINOS ALIMENTADOS COM AMIDO OU FIBRAS SOLÚVEIS EM DETERGENTE NEUTRO

RESUMO: Objetivou-se avaliar a adição de lipídios em dietas contendo alto teor de amido ou fibra solúvel em detergente neutro (FSDN), sobre a digestibilidade e degradação *in situ* dos nutrientes, a taxa de diluição de fluidos, os parâmetros ruminais (pH, N-NH₃, AGCC), a produção de CH₄ e CO₂, o desempenho dos animais, as características quantitativas da carcaça e qualitativas da carne de ovinos confinados. As dietas continham alto teor de FSDN (17,14% da MS) sem inclusão de óleo, alto teor de FSDN (16,35% da MS) com inclusão de 4,2% de óleo de girassol, alto teor de amido (30,14% da MS), sem inclusão de óleo e alto teor de amido (28,21% da MS) com inclusão de 4,2% de óleo de girassol. O delineamento experimental utilizado nos ensaios de digestibilidade e desempenho foi o inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 2 × 2, com duas fontes de carboidratos (FSDN e amido) e dois níveis de óleo (0% e 4,2%). A associação de óleo à dieta com alto teor de amido reduziu as digestibilidades da matéria seca, da fibra em detergente neutro e dos carboidratos não fibrosos. A inclusão de óleo associado às fontes de carboidratos não afetou o desempenho dos cordeiros. A inclusão de 4,2% de óleo de girassol à dieta rica em FSDN melhorou a composição em ácidos graxos da carne para o consumo. Quatro ovinos canulados no rúmen foram distribuídos em quadrado latino 4 × 4, para avaliação da degradação *in situ*. Maior degradação efetiva da matéria seca foi observada para as dietas ricas em FSDN. A inclusão de óleo não afetou as degradabilidades, efetiva e potencial da fibra. O milho foi o ingrediente com maior variação na degradação dos nutrientes. As diferentes dietas não influenciaram nos demais parâmetros da fermentação ruminal avaliados.

Palavas-chave: lipídios, milho, nutrição, polpa cítrica, cordeiros

OIL IN DIETS FOR SHEEP FED WITH STARCH OR NEUTRAL DETERGENT SOLUBLE FIBER

ABSTRACT: Aimed to evaluate the additional fat in diets containing high starch or neutral detergent soluble fiber (NDSF) on digestibility and *situ* degradation of nutrients, fluid dilution rates, ruminal parameters (pH, NH₃-N, SCFA), production of CH₄ and CO₂, animal performance, carcass quantitative characteristics and meat quality of sheep confined. The diets contained high concentration of NDSF (17,14% of DM) without inclusion of oil, high concentration of NDSF (16,35% of DM) with inclusion of 4,2% sunflower oil, high concentration of starch (30,14% of DM) without the inclusion of oil and high concentration of starch (28,21% of DM) with inclusion of 4,2% sunflower oil. The experimental design used in digestibility trials and performance was completely randomized in 2 × 2 factorial arrangement, with two sources of carbohydrates (NDSF and starch) and two oil levels (0% and 4,2%). The association of oil to the diet with high starch content reduced digestibility of dry matter, neutral detergent fiber and non-fibrous carbohydrates. The inclusion of oil associated with the sources of carbohydrates not affected the performance of lambs. The inclusion of 4,2% sunflower oil the diets with high concentration of NSDF improved fatty acid composition of meat for consumption. Four rumen cannulated sheep were distributed in 4 × 4 Latin Square design, to evaluate the *in situ* degradation. Increased effective degradation of dry matter was observed for diets with high concentration of NSDF. The inclusion of oil not affected the degradability, effective and potential of the fiber. Corn was the ingredient with greater variation in the degradation of nutrients. The different diets not affected the other parameters of rumen fermentation.

Keyword: citrus pulp, corn, fat, lambs, nutrition

1. INTRODUÇÃO

O interesse pela espécie ovina no Brasil, nos últimos anos, tem apresentado aumento substancial, principalmente no que se refere à carne de cordeiro. Com essa perspectiva de consumo, surge o interesse de intensificar a terminação de cordeiros, objetivando rapidez na comercialização e produção de carcaças que apresentem boa qualidade.

A alimentação dos ovinos é constituída por distintos alimentos que fornecem energia, proteína, minerais e vitaminas necessários para o seu desenvolvimento. Os carboidratos são extremamente importantes, pois são fonte primária de energia para os micro-organismos do rúmen, os quais possuem grande capacidade de aproveitamento destes e os produtos finais da fermentação ruminal são fontes de energia para o metabolismo dos ruminantes.

Quantitativamente, o carboidrato não fibroso mais importante dos alimentos é o amido. No entanto, quando grandes quantidades de carboidratos não fibrosos, como o amido, são fornecidos em elevados teores na dieta de ruminantes, pode levar ao acúmulo de ácido láctico provocando redução significativa no pH ruminal, que pode ser responsável pela inibição parcial da degradação da fibra por comprometer a condição ideal para o crescimento dos micro-organismos fibrolíticos criando uma condição ruminal desfavorável (MOULD et al., 1983; HOOVER, 1986; VAN SOEST, 1994).

A substituição do milho, rico em amido, por polpa cítrica, que é rica em pectina, pode promover efeitos benéficos ao ambiente ruminal, em razão da alteração da fermentação láctica pela acética e do efeito tamponante da pectina, resultando em melhores condições para digestão da fibra em dietas ricas em concentrado (EIFERT et al., 2006), mantendo o pH do rúmen mais alto (LEIVA et al., 2000). As substâncias pécticas podem ser encontradas naturalmente nas frutas e plantas, estando presentes em altas concentrações em subprodutos como polpa cítrica, polpa de beterraba e casca de soja, sendo também encontrados maiores teores em leguminosas, e baixos teores em gramíneas (ALLEN & KNOWLTON, 1995; citados por HALL, 2000).

Poucos dados são encontrados na literatura nacional quanto aos teores de pectina nos subprodutos utilizados na alimentação animal. HALL (2000) desenvolveu um sistema de partição dos carboidratos solúveis em detergente neutro em ácidos orgânicos, açúcares, amido e fibra solúvel em detergente neutro, sendo este último formado por frutanas, pectina, β -glucanas e galactanas, que são digeridos exclusivamente pelas enzimas dos micro-organismos.

Segundo ARIZA et al. (2001), é possível alterar a fermentação ruminal com fontes de amido ou de fibra solúvel em detergente neutro, sendo esperado aumento da eficiência de síntese de proteína microbiana ruminal e decréscimo na concentração de amônia, ou seja, maior retenção do nitrogênio amoniacal quando fibra solúvel em detergente neutro é utilizada em comparação a uma fonte de amido. Estas diferenças demonstraram que os carboidratos solúveis em detergente neutro deveriam ser estudados separadamente, pois diversas interações devem ser esperadas entre os diferentes tipos de carboidratos solúveis em detergente neutro e as fontes e os teores de fibra.

As dietas dos ruminantes possuem normalmente baixo teor de lipídios, em média 3% de extrato etéreo na matéria seca, e a exigência energética de cordeiros é elevada e a adição de lipídios nas dietas tem por objetivo aumentar a densidade energética, uma vez que os lipídios possuem 2,25 vezes mais conteúdo energético que os carboidratos, podendo proporcionar maiores taxas de ganho de peso, melhor acabamento de carcaça e aumentar a participação de determinados ácidos graxos na carne, com melhora na qualidade da carne para consumo humano.

O interesse em estudos da inclusão de fontes lipídicas na alimentação de ruminantes está relacionado aos efeitos sobre o desempenho animal, a interação com outros nutrientes, a qualidade dos produtos animais e a manipulação da fermentação ruminal, alterando a produção de CH_4 no rúmen, principalmente quando associados a lipídios insaturados. O principal desafio então, é elevar o nível lipídico das rações sem promover redução do consumo e do aproveitamento dos nutrientes e, conseqüentemente, aumentar a produtividade animal e a qualidade da carne. Devido aos efeitos benéficos da fibra solúvel em detergente neutro ao ambiente ruminal

resultando em melhores condições para digestão da fibra em dietas ricas em concentrado em comparação às dietas ricas em amido, torna-se interessante o estudo da inclusão de óleo associado as diferentes fontes de carboidratos solúveis em detergente neutro.

Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da adição de lipídios em dietas contendo altos teores de amido e a fibra solúvel em detergente neutro (FSDN), sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes, a degradação ruminal *in situ* dos nutrientes, a taxa de diluição de fluidos no rúmen, os parâmetros ruminais (pH, N-NH₃, AGCC), a produção de CH₄ e CO₂, o desempenho dos animais e as características quantitativas da carcaça e qualitativas da carne de ovinos confinados.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Carboidratos não fibrosos na alimentação dos ruminantes

Os carboidratos são moléculas compostas por carbono, oxigênio e hidrogênio, com propriedades funcionais diversas. Compreendem entre 70 a 80% da alimentação dos ruminantes, sendo sua disponibilidade no rúmen muito importante, pois são fonte primária de energia para os micro-organismos do rúmen, e os produtos finais da fermentação ruminal são fonte de energia para o metabolismo dos ruminantes. Além de fornecerem energia possuem efeito sobre a utilização dos compostos nitrogenados, uma vez que os micro-organismos ruminais dependem de esqueletos de carbono, disponibilidade de energia e fonte de nitrogênio para que haja síntese de proteína microbiana, que é de grande importância para os ruminantes. Por meio da manipulação da relação volumoso/concentrado é possível alterar os processos fermentativos e maximizar a eficiência de síntese microbiana, bem como a eficiência de utilização dos nutrientes dietéticos (RUSSELL et al., 1992).

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, forma 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 incluindo os monossacarídeos, dissacarídeos, oligossacarídeos, amido, frutanas, como também carboidratos presentes na parede celular das plantas como as substâncias pécicas, β -glucanas e galactanas (HALL, 2000).

Quantitativamente, o carboidrato não fibroso mais importante dos alimentos é o amido, que é um polímero de glicose, e o maior carboidrato de reserva da maioria dos grãos de cereais. A digestibilidade do amido pode sofrer variação, de 40 a 90% (NRC, 2001), dependendo de vários fatores: relação amilose/amilopectina na estrutura do amido, tipo de endosperma (córneo ou farináceo), nível de ingestão, tipo de grão de

cereal, método de processamento e forma física utilizada (ROONEY & PFLUGFELDER, 1986; VAN SOEST, 1994; RÉMOND, et al., 2004).

Nos ruminantes, o amido pode ser fermentado no rúmen por meio dos micro-organismos ou ser digerido no intestino delgado enzimaticamente, no entanto, o rúmen é seu principal sítio de digestão (THEURER et al. 1991). A degradação do amido no rúmen pelas bactérias amilolíticas depende da enzima α -amilase extracelular a qual quebra a molécula de amido (YOKOYAMA & JOHNSON, 1993). Após a degradação do amido à maltose e, posteriormente, à glicose, as bactérias amilolíticas fermentam esses substratos rapidamente até a formação de ácido pirúvico (FAHEY & BERGER, 1993), que é o principal metabólito intermediário no rúmen, formado pelo catabolismo dos carboidratos, a partir da qual várias rotas diferentes podem ser utilizadas até a formação dos produtos finais da fermentação microbiana que inclui principalmente os ácidos graxos acético, propiônico e butírico, que representam uma importante fonte de energia para o metabolismo do animal, sendo prontamente absorvidos pelo epitélio ruminal.

Poucos dados são encontrados na literatura nacional quanto aos teores de pectina nos subprodutos utilizados na alimentação animal. HALL (2000) desenvolveu um sistema de partição dos carboidratos solúveis em detergente neutro em ácidos orgânicos, açúcares, amido e fibra solúvel em detergente neutro, sendo este último assim denominado por ser formado por frutanas, pectina, β -glucanas e galactanas, que não são digeridos pelas enzimas digestivas dos mamíferos sendo digeridos exclusivamente pelas enzimas dos micro-organismos.

A pectina é um carboidrato estrutural, porém não fibroso encontrado, principalmente, na lamela média da parede celular (VAN SOEST, 1994). Pertencem ao grupo de polissacarídeos não amiláceos com elevados teores de ácido galacturônico, ramnose, arabinose e galactose (EZEQUIEL & GALATI, 2005), possui digestão ruminal praticamente completa, sendo digerida de 90 a 100% (NOCEK & TAMMINGA, 1991).

A polpa cítrica, um subproduto da indústria de produção de suco de laranja concentrado, tem sido estudada como alimento para ruminantes, principalmente em comparação com outras fontes energéticas, pois possui em sua composição alto teor de

pectina, substância que lhe confere alto valor energético. Rica em açúcares (25% na MS), fornece energia rapidamente disponível aos micro-organismos ruminais, teor de amido reduzido e teor médio de fibra em detergente neutro (FDN) altamente digestível (NOCEK & TAMMINGA, 1991).

Aliada a essas características nutricionais, a época de produção da polpa cítrica é favorável, tendo início em maio e término em janeiro, abrangendo justamente a entressafra de grãos como o milho e o período de escassez de forragem. Dessa forma, quando o milho atinge a cotação máxima e os pastos níveis mínimos de utilização, a polpa cítrica representa uma forma de suplementação energética para essa época do ano, com potencial para substituir parcial ou totalmente o milho em rações de alta proporção de concentrado destinadas a cordeiros confinados (RODRIGUES et al., 2008b).

2.2 Fermentação ruminal dos carboidratos não fibrosos

Os carboidratos são principal fonte de energia para o crescimento microbiano, sendo a proteína microbiana, a principal fonte de aminoácidos para o animal, havendo necessidade de sincronização na degradação de proteínas e carboidratos no rúmen, para que se obtenha a máxima eficiência de síntese de proteína microbiana, bem como redução das perdas energéticas e nitrogenadas decorrentes da fermentação ruminal (CABRAL et al., 2000).

A fermentação dos carboidratos no rúmen difere entre as fontes fornecidas aos animais promovendo diferentes proporções dos produtos finais da fermentação microbiana. Segundo ARIZA et al. (2001), os carboidratos não fibrosos são considerados boa fonte de energia rapidamente disponível para o crescimento microbiano.

Segundo SNIFFEN et al. (1992), açúcares simples possuem rápida taxa de degradação e o amido e a pectina taxa intermediária. Os açúcares são fermentados a uma taxa de 80 a 350%/h, a fermentação do amido é variável dependendo da fonte de

4 a 30%/h e da fibra solúvel de 20 a 40%/h com exceção da casca de soja que é fermentada a uma taxa de 4%/h (HALL, 2000).

Quando grandes quantidades de carboidratos não fibrosos, como o amido, são fornecidos em elevados teores na dieta de ruminantes, a proliferação de bactérias amilolíticas será favorecida, tornando mais susceptível a redução da digestão da fibra por reduzir a atividade das bactérias celulolíticas, podendo ocorrer acúmulo de ácido láctico no rúmen e dominância de bactérias ácido tolerantes, criando uma condição ruminal desfavorável (MCALLISTER & CHENG, 1996). A redução significativa no pH pode ser responsável pela inibição parcial da degradação da fibra por comprometer a condição ideal para o crescimento dos micro-organismos fibrolíticos (MOULD et al., 1983; HOOVER, 1986; VAN SOEST, 1994).

O pH ruminal é fisiologicamente mantido em torno da neutralidade, no entanto, a natureza da dieta é um fator que desencadeia variações no pH, sendo de extrema importância na digestibilidade ruminal. A suplementação com concentrado favorece o crescimento microbiano, o que aumenta e acelera a produção de ácidos graxos de cadeia curta no rúmen, provocando reduções lineares nos valores do pH ruminal e na densidade de protozoários ruminais (BÜRGER et al., 2000). Essa redução dos protozoários ruminais reforça a queda do pH ruminal, uma vez que esses organismos apresentam atividade moderadora na fermentação ruminal, digerindo grânulos de amido mais lentamente que as bactérias (KOZLOSKI, 2009), além de manterem um controle populacional das bactérias existentes no rúmen.

O baixo pH ruminal, resultante da grande produção de ácidos graxos de cadeia curta pela fermentação dos carboidratos não estruturais, parece explicar a menor digestão da fibra em alguns trabalhos (HILTNER & DEHOTITY, 1983; MOULD & ORSKOV, 1983). Segundo alguns autores, as bactérias celulolíticas ou a atividade das enzimas fibrolíticas são severamente afetadas quando o pH decresce para valores próximos a 6,0 (NOZIÈRE et al., 1996). Segundo STROBEL & RUSSELL (1986) quando o pH do fluido ruminal reduz de 6,7 para 6,0, a taxa de utilização de carboidratos é diminuída.

Várias teorias foram desenvolvidas para explicar o efeito da suplementação com carboidratos não fibrosos rapidamente fermentáveis sobre a digestão da fibra, e as que receberam maior atenção foram: preferência dos micro-organismos ruminais por fermentar carboidratos não fibrosos rapidamente fermentáveis do que componentes fibrosos; redução do pH ruminal causado pela rápida fermentação dos carboidratos não fibrosos com maior produção de ácidos orgânicos resultando na redução da digestão da fibra (MOULD & ORSKOV, 1983; HOOVER, 1986); competição por nutrientes essenciais resultando na proliferação preferencial de micro-organismos que digerem os carboidratos não fibrosos (HOOVER, 1986), e redução do pH ruminal para valores abaixo de 5,5 resultando na redução dos micro-organismos celulolíticos inibindo completamente a digestão da fibra (MOULD & ORSKOV, 1983).

Segundo FATURI et al. (2006), os alimentos concentrados ricos em fibra solúvel em detergente neutro podem representar uma importante fonte de energia para os animais ruminantes por seus benefícios ao ambiente ruminal, sem reduzir drasticamente o pH, proporcionando maior eficiência microbiana e melhor aproveitamento da FDN dos alimentos volumosos. A pectina, que é um dos componentes da fibra solúvel, pode promover efeitos benéficos em relação ao ambiente ruminal, em razão da alteração da fermentação láctica pela acética e do efeito tamponante, resultando em melhores condições para digestão da fibra em dietas ricas em concentrado (EIFERT et al., 2006), mantendo o pH do rúmen mais alto (LEIVA et al., 2000). As características fermentativas da fibra solúvel em detergente neutro difere dos padrões de fermentação do amido de milho, podendo resultar em diferentes valores de pH ruminal, em decorrência da proporção dos ácidos graxos de cadeia curta formados e da velocidade da fermentação (LEIVA et al., 2000).

Os micro-organismos ruminais tendem a produzir relativamente mais propionato quando açúcares (mono e dissacarídeos) e amido são fermentados podendo favorecer a produção de ácido láctico, ou produzir mais acetato que propionato a partir de substâncias pécticas que não geram quantidades apreciáveis de lactato. A predominância de nutrientes glicogênicos (propionato) contra os lipogênicos (acetato) pode alterar a produção ou composição do leite e o crescimento animal (HALL, 2000).

As espécies bacterianas são especializadas em produzir um determinado produto final da fermentação, e o aumento na concentração de H_2 na célula dirige o metabolismo para a síntese de produtos mais reduzidos (propionato e butirato), por outro lado, a retirada de H_2 do meio ruminal por bactérias metanogênicas que o utilizam para reduzir o CO_2 e produzir CH_4 , dirige o metabolismo para maior rendimento de acetato e de ATP por mol de açúcar fermentado, uma vez que o acetato é menos reduzido e sua formação determina o máximo de rendimento em ATP para a bactéria, sendo o principal ácido graxo de cadeia curta produzido no rúmen pelos micro-organismos ruminais (KOZLOSKI, 2009).

A manipulação dietética da fermentação ruminal, pode ser obtida por alteração do tipo e da quantidade de carboidrato suplementado à dieta, pela adição de lipídios, pela inclusão de substâncias como ionóforos, pela manipulação da microbiota do rúmen, tampões, leveduras e enzimas fibrolíticas de maneira a controlar e otimizar as reações fermentativas dos principais componentes dietéticos (VALADARES FILHO & PINA, 2011), e assim alterar a produção de CH_4 no rúmen. Segundo GETACHEW et al. (2005), a produção de CH_4 é um componente do metabolismo da fermentação anaeróbica no rúmen e representa significativa perda de energia para os ruminantes, no entanto, a redução da produção de CH_4 pode ser feita pela manipulação da dieta por influencia da fermentação microbiana.

Uma técnica muito utilizada na nutrição de ruminantes para avaliações dos alimentos é a degradabilidade ruminal *in situ* que tem por finalidade obter conhecimentos das taxas de degradação das principais frações que compõem os alimentos. Essa técnica permite contato do alimento avaliado com o ambiente ruminal, sendo a melhor forma de simulação deste meio, embora o alimento não esteja sujeito a todos os eventos digestivos, como mastigação, ruminação e passagem pelo trato digestivo posterior (VAN SOEST, 1994).

A digestão dos nutrientes no trato gastrintestinal é um processo dependente do tempo de retenção do alimento, estando a taxa de digestão de um componente dietético, relacionada à sua taxa de passagem, que é um fator crítico que afeta a digestibilidade (VAN SOEST, 1994). Nutrientes não fibrosos, por apresentarem elevada

taxa de digestão ruminal, são pouco influenciados quanto à digestibilidade, pela variação na taxa de passagem, enquanto os fibrosos tendem a ser mais influenciados, uma vez que apresentam lenta taxa de digestão (MERTENS, 1996).

O principal fator que influencia a cinética de degradação ruminal dos carboidratos estruturais é a adição de carboidratos solúveis obtidos por meio de alimentos concentrados, que provocam alterações no meio ambiente do trato digestivo e na cinética de processo digestivo, como taxa de digestão, taxa de passagem das partículas, pH ruminal e natureza da população microbiana (FAHEY & BERGER, 1993).

2.3 Inclusão de óleos vegetais na dieta de ruminantes

As dietas dos ruminantes possuem normalmente baixo teor de lipídios, em média 3% de extrato etéreo na matéria seca, sendo grande parte de sua alimentação composta por vegetais. Os lipídios nas forragens apresentam-se na forma esterificada, sendo principalmente representados pelos fosfolipídios e glicolipídios, enquanto nos grãos, predominam os triglicérides (VAN SOEST, 1994).

Os lipídios são considerados fontes energéticas com alta concentração de energia prontamente disponível, pois são constituídos de grande proporção de ácidos graxos e têm sido adicionados à dieta de ruminantes com o objetivo de aumentar a concentração energética da dieta e a participação de determinados ácidos graxos no leite e na carne (ALLEN, 2000).

Os efeitos dos lipídios da dieta sobre a digestão ruminal e total são de difícil predição e altamente variáveis, pois dependem da natureza e da concentração lipídica, da quantidade e qualidade da fibra, dos concentrados e dos minerais, principalmente o cálcio (PALMQUIST & JENKINS, 1980).

A influência dos lipídios sobre os micro-organismos ruminais é dependente, ainda, da presença de ácidos graxos livres, da capacidade em formar sais insolúveis, da propriedade de formar barreira física sobre o alimento, dificultando a colonização microbiana, e da quantidade ingerida por dia, podendo alterar o ambiente ruminal por interferir na fermentação ruminal e provocar decréscimos na ingestão de matéria seca e

na digestibilidade dos carboidratos fibrosos (PALMQUIST, 1989; JENKINS, 1993), prejudicando o desempenho dos animais. Torna-se, então, importante avaliar os efeitos sobre a ingestão e a digestão dos nutrientes, de modo a não prejudicar o aporte necessário para a produção desejada (PALMQUIST & JENKINS, 1980; BAUMAN et al., 2003; BEAUCHEMIN et al., 2008).

Os lipídios insaturados passam por um processo de biohidrogenação no rúmen que os converte em ácidos graxos saturados (ALLEN, 2000). Segundo DEMEYER & DOREAU (1999) após a lipólise os ácidos graxos são adsorvidos a partículas e biohidrogenados ou incorporados pelas bactérias sólido associadas.

As bactérias ruminais responsáveis pela biohidrogenação podem ser divididas em dois grupos A e B. O grupo A são as bactérias responsáveis pela biohidrogenação dos ácidos linoleico e α -linolênico a ácidos graxos conjugado (*trans*-11-octadecanóico), com pequenas quantidades de outros isômeros. Esse grupo, no entanto, parece ser incapaz de biohidrogenar o ácido graxo oleico a ácido esteárico (DEMEYER & DOREAU, 1999). Segundo SOLOMON et al. (2000), no grupo A há a predominância da bactéria *Butyrivibrio fibrisolvens* que é uma espécie muito versátil metabolicamente, que possui atividade na fermentação do amido e da pectina gerando diferentes produtos finais da fermentação. O grupo B é composto por bactérias capazes de biohidrogenar uma grande extensão de *cis* e *trans* C18:1 a ácido esteárico (DEMEYER & DOREAU, 1999).

A presença de grandes quantidades de lipídios insaturados em rações, exerce efeito tóxico sobre as bactérias celulolíticas, no entanto, a inclusão de óleo nas dietas promove efeitos desejáveis como o aumento da eficiência da síntese microbiana, devido a menor predação das bactérias pelos protozoários, viabilizando maior crescimento bacteriano, além da inibição da produção de CH₄ e amônia no rúmen (VAN NEVEL & DEMEYER, 1988), uma vez que os mecanismos pelos quais os lipídios interferem na fermentação microbiana pode estar associado ao efeito deletério dos lipídios insaturados sobre a atividade das bactérias metanogênicas e protozoários e por consumir o hidrogênio livre (H⁺) pelo processo de biohidrogenação (MACHMÜLLER et

al., 1998), estando a intensidade da inibição da produção de CH_4 relacionada à quantidade de lipídios suplementar na dieta.

A emissão de CH_4 pelos ruminantes provenientes da fermentação ruminal representa perda de 2 a 12% da energia consumida dos alimentos (JONSON & JONSON, 2005). Segundo SEJIAN et al.(2011) a emissão de CH_4 em ovinos pode variar de 13,7 a 21,9 g/animal/dia, sendo depende de vários fatores como espécie animal, raça, composição e quantidade de concentrado na dieta, nível de consumo, tipo de carboidrato na dieta, processamento das rações, além do uso de ionóforos, da fonte de lipídio, da composição em ácido graxo e forma em que os lipídios são administrados (óleo ou grãos de oleaginosas) e da alteração da flora microbiana runimal (JONSON & JONSON, 2005, BEAUCHEMIN et al., 2008, SEJIAN et al., 2011).

BEAUCHEMIN et al. (2008) avaliaram a relação existente entre o nível de lipídios adicional (% da MS) e a redução da emissão de CH_4 (g/kg de MS) baseado em vários estudos em ruminantes, e inferiram que a emissão de CH_4 (g/kg de MS ingerida) é reduzida em 5,6% a cada adição de 1% de lipídio, e que óleos ricos em ácidos graxos de cadeia média são particularmente efetivos na redução de CH_4 , especialmente em dietas com alto teor de concentrado e baixo teor de cálcio.

2.4 Efeitos da inclusão de óleo sobre a qualidade da carne ovina

A carne ovina é uma excelente fonte de proteína de alto valor nutricional, sendo constituída, aproximadamente, por 20% de proteína e 75% de água, estando a quantidade de gordura inversamente proporcional a de água, e ambas exercem influência na suculência, textura, cor e sabor (DABÉS, 2001).

A composição centesimal da carne ovina é variável de acordo com a categoria do animal e localização na carcaça. Fatores como raça, espécie, sexo, idade, peso ao abate e sistema de alimentação também podem afetar esta composição (BONAGURIO et al., 2004). A alimentação pode influenciar nas características da carne e da gordura, pois alimentação rica em concentrados produz carne com maior teor de gordura,

podendo aumentar a suculência e a maciez da mesma, variando a composição de ácidos graxos (OSÓRIO et al., 2008a).

A carne ovina é rica em ácidos graxos saturados e monoinsaturados, com pequenas quantidades de poliinsaturados, assim como em ruminantes em geral. O consumo excessivo de ácidos graxos saturados tem sido associado a doenças cardiovasculares, porém, os produtos oriundos de ruminantes têm sido enquadrados no grupo de alimentos que contêm substâncias benéficas à saúde humana, pois tanto o leite, quanto a carne e o tecido adiposo possuem o ácido linoleico conjugado (CLA – conjugated linoleic acid), um ácido graxo comprovadamente anticarcinogênico (BAUMAN & GRIINARI, 2001).

O termo CLA se refere a uma mistura de isômeros do ácido linoleico, sendo que destes isômeros, a forma C18:2 *cis*-9 *trans*-11 é a mais encontrada na carne de ruminantes, sendo este um intermediário da biohidrogenação ruminal do ácido linoleico. Se ocorrer seu escape do rúmen, ou seja, a biohidrogenação não for completa, este poderá ser absorvido pelo epitélio intestinal e fará parte da gordura animal (LADEIRA & OLIVEIRA, 2006). Igualmente ao ácido linoleico, a biohidrogenação do ácido linolênico leva à formação do intermediário C18:1 *trans*-11, conhecido como ácido vaccênico. Da mesma forma que o CLA, este ácido pode escapar do rúmen, ser absorvido no intestino delgado e transportado para os tecidos. Ao chegar aos tecidos o ácido vaccênico pode sofrer ação da enzima Δ -9 desaturase, sendo portanto, convertido em CLA (BAUMAN et al., 2000; LADEIRA & OLIVEIRA, 2006).

Segundo MIR et al. (2000) a suplementação de cordeiros confinados com dieta contendo fonte rica em ácido linoleico resulta em significativo aumento do teor de CLA em vários tecidos. IVAN et al. (2001) avaliaram a inclusão de óleo de girassol na dieta de cordeiros e concluíram que a suplementação dietética com óleo de girassol que é rico em ácido linoleico, foi efetiva na redução da população de protozoários no rúmen e aumento na concentração de CLA nos tecidos, com produção de carne com perfil favorável de ácidos graxos totais para a saúde humana.

Melhora na qualidade da carne para consumo foi inferido por MACEDO et al. (2008) que avaliaram a inclusão crescente de lipídios na dieta de ovinos, na forma de

grãos de girassol, e verificaram que a semente de girassol alterou o perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi*, ocasionando diminuição do ácido graxo saturado palmítico e aumento da insaturação da carne pelos ácidos graxos oleico e linoleico. JERÓNIMO et al. (2009) avaliaram o efeito da substituição gradativa do óleo de girassol suplementar pelo óleo de linhaça sobre a qualidade da carne de cordeiros e verificaram máxima concentração de CLA na carne de cordeiros alimentados com dieta contendo somente óleo de girassol, e que a utilização da mistura de 48% de óleo de girassol e 52% de óleo de linhaça é um método válido para a obtenção de carne enriquecida com CLA e ácidos graxos poliinsaturados de cadeia longa.

Segundo JORGE et al. (2005), o óleo de girassol contém em sua composição 89% de ácidos graxos insaturados ($C18:1n9 + C18:2n6 + C18:3n3$) sendo que deste total o ácido linoleico compõe 67,78%, possuindo assim, alta relação poliinsaturados/saturados. Dessa forma, o óleo de girassol, por apresentar alto teor de ácido linoleico em sua composição, torna interessante seu uso como suplemento lipídico em dietas para ruminantes a fim de melhorar a qualidade da carne.

Os efeitos da adição de lipídios sobre o desempenho animal, sua interação com outros nutrientes e a qualidade dos produtos animais, têm sido o interesse de estudo da inclusão de fontes lipídicas na alimentação de ruminantes. O principal desafio é elevar o nível lipídico das rações sem promover redução do consumo e do aproveitamento dos nutrientes e, conseqüentemente, aumentar a produtividade animal e a qualidade da carne. Devido aos efeitos benéficos da fibra solúvel em detergente neutro em relação ao ambiente ruminal resultando em melhores condições para digestão da fibra em dietas ricas em concentrado, torna-se interessante a comparação da inclusão de óleo entre dieta rica em amido e dieta rica em fibra solúvel em detergente neutro.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

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, localizada a 21°15'22" de latitude sul, longitude de 48°18'58"W, e altitude de 595 m.

3.2 Dietas experimentais

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 segundo recomendações do NRC (2007), formuladas na proporção volumoso/concentrado de 40:60, sendo o volumoso composto pela silagem de milho e o concentrado por polpa cítrica, casca de soja e farelo de girassol peletizados, milho grão, calcário calcítico, fosfato bicálcico, óleo de girassol e sal mineral, em composição variável conforme o tratamento.

Todos os ingredientes do concentrado foram levados para a fábrica de ração pertencente ao Departamento de Zootecnia da Unesp, onde foram moídos a 2 mm e homogeneizados em misturador horizontal, para evitar possível seleção dos ingredientes pelos animais. A silagem de milho foi misturada ao concentrado no momento do fornecimento da dieta. A composição químico-bromatológica dos ingredientes utilizados está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição químico-bromatológica dos ingredientes utilizados na formulação das dietas experimentais

Ingrediente	Nutriente (%)								
	MS	PB	MM	EE	FDN	FDA	FSDN	Amido	EM (Mcal/kg)
Silagem de milho	40,00	8,30	3,93	3,10	46,00	27,79	4,9	37,36	2,6
Grão de milho	89,43	9,72	1,29	4,36	10,51	2,83	6,07	68,17	3,2
Polpa cítrica	88,27	7,40	7,18	2,20	26,36	22,08	49,81	7,56	2,9
Casca de soja	89,45	11,29	4,13	1,42	73,11	55,57	7,17	6,05	2,8
Farelo de girassol	89,67	29,19	4,87	1,19	52,97	44,87	3,48	4,08	2,4

MS = matéria seca; PB = proteína bruta; MM = matéria mineral; EE = extrato etéreo; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; FSDN = fibra solúvel em detergente neutro; EM = energia metabolizável.

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 2).

Tabela 2. 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
Ureia	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)				
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).

O calcário calcítico e o fosfato bicálcico foram incluídos nas dietas de forma a manter a relação Ca:P de 2:1. Nas dietas com inclusão de óleo de girassol foram adicionados 100 g de antioxidante (Banox® E) por 100 kg de ração, para evitar possível oxidação dos lipídios da dieta.

3.3 Ensaio de digestibilidade dos nutrientes

Vinte cordeiros $\frac{1}{2}$ Santa Inês $\frac{1}{2}$ Dorper, machos não castrados, desmamados, com idade média de 80 dias e peso corporal médio inicial de $17,2 \pm 1,8$ kg, alojados em gaiolas individuais de madeira, com piso ripado, comedouros individuais e água à vontade. Antes do início do período experimental os animais foram desverminados e receberam vitaminas A, D, E e B12. Os animais foram identificados individualmente por colar e alimentados duas vezes por dia às 8 h e às 17 h, apenas com silagem de milho no primeiro dia, sendo incluída a ração concentrada gradativamente até atingir a relação volumoso/concentrado estabelecida de 40:60.

Ao início do período experimental os animais foram pesados e apresentavam peso corporal médio de $19,1 \pm 2,5$ kg. 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.

As fezes produzidas foram colhidas em coletores plásticos, pesadas diária e individualmente, homogeneizadas e retiradas amostras referentes a 10% do peso total, e acondicionadas em embalagens de polietileno devidamente identificadas. 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 colocada, no balde plástico, antes da coleta, uma solução de ácido clorídrico a 10%, em volume correspondente a 10% da quantidade de urina produzida no dia anterior, amostrando-se 10% do volume total diário de urina produzida, formando amostras compostas de cada animal ao final do quinto dia de colheita. As amostras

compostas das sobras do alimento fornecido, da urina e das fezes produzidas foram mantidas em freezer para posterior processamento e análises laboratoriais.

As amostras do fornecido, sobras e fezes, foram descongeladas, homogeneizadas e 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 e acondicionadas em potes plásticos devidamente identificados. Foram realizadas análises para a determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB), segundo a metodologia descrita pela AOAC (1995). A análise da fibra em detergente neutro (FDN) foi feita segundo VAN SOEST et al. (1991) e corrigida para os teores de cinzas e proteína para o cálculo da FSDN. A fibra em detergente ácido (FDA) foi feita segundo VAN SOEST & ROBERTSON (1985) seqüencialmente ao FDN.

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 foram feitas as análises de matéria mineral, proteína e amido. Assim, obteve-se o valor da FSDN pela fórmula:

$$\text{FSDN} = \text{MORIE} - \text{PBRIE} - \text{FDNcp} - \text{amidoRIE}, \quad (1)$$

em que: FSDN= fibra solúvel em detergente neutro; MORIE= matéria orgânica do resíduo insolúvel em etanol; PBRIE= proteína bruta do resíduo insolúvel em etanol; FDNcp= fibra em detergente neutro da amostra corrigida para os teores de cinzas e proteína; amidoRIE= amido do resíduo insolúvel em etanol.

Os valores de carboidratos totais (CHOT) foram obtidos conforme recomendações de SNIFFEN et al. (1992) pela fórmula:

$$\text{CHOT} = 100 - \text{PB} - \text{EE} - \text{MM}, \quad (2)$$

em que: PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; MM = matéria mineral.

Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados por:

$$\text{CNF} = 100 - \text{PB} - \text{EE} - \text{FDN}_{\text{cp}} - \text{MM}, \quad (3)$$

em que: PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDN= fibra em detergente neutro corrigido para os teores de cinzas e proteína; MM = matéria mineral.

Os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes foram obtidos pela fórmula:

$$\text{CD} = \left[\frac{(Q_i - Q_e)}{Q_i} \right] \times 100, \quad (4)$$

em que: CD = coeficiente de digestibilidade; Q_i = quantidade do nutriente ingerido; Q_e = quantidade do nutriente excretado nas fezes.

No último dia do período experimental, foi feita a avaliação do *status* sanguíneo pela colheita de sangue por punção da veia jugular utilizando-se *vacutainer* contendo fluoreto de sódio para análise de glicose e *vacuteiners* sem anticoagulante para determinação dos teores de ureia, triglicérides e colesterol no soro. As colheitas de sangue foram feitas 30 minutos antes da primeira refeição, considerado horário zero, 1, 2, 3, 5 e 7 h pós-prandial, sendo imediatamente centrifugadas a 1100 x g por 20 minutos a temperatura de 4°C, e transferidos o plasma ou soro para tubos tipo *eppendorff* devidamente identificados e congelados a -10°C para posteriores análises.

As concentrações de glicose plasmática, de colesterol e triglicérides séricos foram determinadas pelo método enzimático colorimétrico e o nitrogênio ureico sérico foi determinado por intermédio do método UV utilizando “Kit” Labtest Diagnóstico SA, Lagoa Santa, MG.

Na amostra de urina foi determinado o teor de nitrogênio, para o cálculo do balanço aparente de nitrogênio (BN), expresso em g/animal/dia e em g/kg^{0,75}.

$$N \text{ retido} = N \text{ ingerido} - (N \text{ fezes} + N \text{ urina}) \quad (5)$$

$$N \text{ absorvido} = N \text{ ingerido} - N \text{ fezes} \quad (6)$$

$$N \text{ ingerido} = N \text{ ofertado} - N \text{ sobras.} \quad (7)$$

3.3.1 Análise estatística

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 Brown e Forsythe's, respectivamente. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de F, considerando nível de significância de 5%, utilizando o procedimento GLM do SAS (2008) (*Statistical Analysis System*).

Os parâmetros sanguíneos foram avaliados segundo o esquema de medidas repetidas no tempo utilizando modelos mistos do SAS (2008) (*Statistical Analysis System*). Inicialmente foi realizado o teste de esfericidade da matriz de variâncias e covariâncias entre tempos. Quando rejeitada a hipótese de esfericidade estimou-se a estrutura de covariância que melhor se ajustou aos dados, utilizando o AIC (Akaike's Information Criterion) como critério de escolha da matriz. A comparação das médias foi feita pelo teste F a 5% de probabilidade, utilizando SAS (2008) (*Statistical Analysis System*). Para a comparação entre os tempos de colheita utilizou-se contrastes ortogonais polinomiais (1°, 2°, 3°, 4° e 5° grau) (LITTEL et al., 2006).

3.4 Ensaio de degradabilidade *in situ* dos nutrientes, parâmetros ruminais, taxa de diluição ruminal e produção de CH₄ e CO₂

3.4.1 Degradabilidade *in situ* dos nutrientes

Foram utilizados 4 ovinos $\frac{1}{2}$ Santa Inês $\frac{1}{2}$ Dorper com peso corporal médio de 47,3 kg, canulados no rúmen, distribuídos em delineamento em quadrado latino 4×4 , em esquema fatorial 2×2 , com duas fontes de carboidratos (amido e FSDN) e dois níveis de inclusão de óleo (0% e 4,2%).

Para o ensaio de degradabilidade *in situ* dos nutrientes foram confeccionados saquinhos de nylon 100% poliamida, não resinados, com porosidade de 50 μm , medindo 14 cm de comprimento por 7 cm de largura, selados em seladora automática. Cada saquinho recebeu aproximadamente 4 g de amostra pré-seca do volumoso e da dieta total moída a 5 mm, e dos ingredientes do concentrado moído a 2 mm, mantendo relação de 20 mg matéria seca do alimento por centímetro quadrado de tecido, conforme proposto por NOCEK (1988) como ideal para avaliação da degradabilidade *in situ*. As pesagens dos saquinhos e das amostras foram realizadas em balança de precisão, com quatro casas decimais.

Os saquinhos foram fechados utilizando-se argola metálica e elástico para que pudessem ser fixados em diferentes pontos da corrente de metal presa à tampa da cânula por uma das extremidades. Devido ao pequeno volume ruminal dos ovinos, foram introduzidos no máximo 16 saquinhos por incubação e por horário, com número de repetições variável de 2 a 6, de acordo com o tempo de incubação e com o tipo do ingrediente. Para a polpa cítrica foi necessária a incubação de 15 saquinhos no horário de 48 h, para se obter quantidade de resíduo suficiente para as futuras análises laboratoriais. Os tempos de incubação avaliados foram 3, 6, 12, 24, 48, 72, 96 e 120 horas para a silagem de milho, farelo de girassol e dieta total, de 3, 6, 12, 24, 48 e 72 horas para a casca de soja e de 3, 6, 12, 24 e 48 horas para o milho e a polpa cítrica.

Após o tempo de incubação, os saquinhos retirados do rúmen foram imersos em água fria com gelo por 30 minutos para cessar a atividade microbiana, sendo em

seguida lavados em água corrente até a observação da água limpa e sem sólidos. Para a determinação da fração solúvel (a), ou tempo zero, os saquinhos com as amostras foram lavados em água corrente, sem prévia incubação juntamente com os demais saquinhos desencubados, e em seguida levados à estufa de circulação forçada de ar a 55°C, onde permaneceram por 72 horas. Após esse período, as repetições por horário de incubação de cada ingrediente foram unidas em potes plásticos devidamente identificados e hermeticamente fechados, posteriormente moídas em moinho de facas, com peneira com crivo de 1 mm para posteriores determinações dos teores de matéria seca (MS) de acordo com AOAC (1995), fibra em detergente neutro (FDN) segundo VAN SOEST et al. (1991), com correção para os teores de cinzas e proteína, fibra solúvel em detergente neutro (FSDN) 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 análise de matéria mineral e proteína segundo a AOAC (1995) e amido 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 cálculo da FSDN feito segundo a metodologia descrita por HALL (2000) e pode ser verificado na fórmula (1).

Os dados de degradabilidade foram ajustados pelo modelo de ORSKOV & MCDONALD (1979). Os parâmetros a, b e c desse modelo foram obtidos com o procedimento de regressão não linear do SAS (2008) *Statistical Analysis System*, utilizando a expressão:

$$DP = a + b(1 - e^{-ct}), \quad (8)$$

em que: DP = degradação potencial do componente nutritivo no tempo t, em porcentagem; a = interseção da curva no tempo zero, fração rapidamente solúvel em água, em porcentagem; b = fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável, em porcentagem; c = taxa de degradação da fração b, por hora; t = tempo de incubação, em horas; e = logaritmo neperiano.

O valor percentual da degradabilidade potencial foi obtido por:

$$DP = a + b \quad (9)$$

A fração potencialmente indegradada (i) foi determinada por:

$$i = 100 - (a + b), \quad (10)$$

em que, a e b são as mesmas constantes da equação (8).

A determinação da degradabilidade efetiva foi determinada segundo o modelo descrito por MCDONALD (1981) utilizando a expressão:

$$DE = a + \left[\frac{(b \times c)}{(c + k_p)} \right], \quad (11)$$

em que: DE = degradabilidade efetiva, em porcentagem; k_p = taxa de passagem de partículas no rúmen, considerando as taxas de 2, 5 e 8%/h; a, b e c as mesmas constantes da equação (8).

3.4.2 Parâmetros ruminais

Ao término das incubações foi feita as avaliações dos parâmetros ruminais sendo colhidas amostras do conteúdo ruminal, de cada animal e em cada período, filtradas em tecido de náilon (100 μ m), e imediatamente medido o pH com peagômetro digital e quantificada a concentração de nitrogênio amoniacal segundo técnica descrita por FENNER (1965) adaptada por VIEIRA (1980), em aparelho micro-Kjeldahl, utilizando-se alíquota de 2 mL do líquido ruminal, destilado com KOH 2N usando-se o ácido bórico como solução receptora e titulado com HCl 0,005N. Os horários das colheitas realizadas foram 0 (antes da alimentação), 2, 4, 6 e 8 horas após a alimentação.

Para a quantificação dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) foi separado uma alíquota de 20 mL do líquido ruminal filtrado em tecido de náilon (100 μ m) e acrescentado 4 mL de ácido metafosfórico a 25%, mantendo a relação de 5 mL de

líquido ruminal para 1 mL de ácido, segundo ERWIN et al. (1961). As amostras foram colocadas em potes plásticos devidamente identificados e congelados para posterior análise em cromatografia gasosa.

3.4.3 Taxa de diluição de fluido ruminal

Ao término das avaliações dos parâmetros ruminais, iniciaram-se as avaliações da cinética da taxa de passagem da fase líquida adicionando 1,5 g de Co-EDTA, preparado segundo ÚDEN et al. (1980), dissolvidos em 50 mL de água destilada no rúmen de cada animal, antes da alimentação matutina, sendo feita as colheitas antes da introdução do indicador, considerado horário zero, 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 24 horas após a adição da solução de Co-EDTA, o conteúdo ruminal colhido foi filtrado em tecido de náilon (100 µm) e armazenado em frascos plásticos devidamente identificados e congelados para futura análise do teor de cobalto nas amostras. As amostras foram descongeladas, centrifugadas e levadas para a leitura em espectrofotômetro de absorção atômica, onde foi obtida a concentração de cobalto nos diferentes tempos de colheita.

Para determinação da taxa de diluição de fluidos, as curvas de concentração ruminal do cobalto foram ajustadas ao modelo exponencial unicompartimental descrito por COLUCCI (1990):

$$YCo = Ae^{(-k_1t)}, \quad (12)$$

em que, YCo = concentração do indicador; A = concentração de equilíbrio do Co; K₁= taxa de passagem ou de diluição do Co (K₁Co); t = tempo de amostragem.

Os valores numéricos de A e K₁ desse modelo foram estimados usando-se o procedimento de regressão não linear do programa SAS (2008) (*Statistical Analysis System*).

Os parâmetros da dinâmica da fase líquida foram calculados por:

$$TMRR = \frac{1}{K_1Co}, \quad (13)$$

$$VLR = \frac{Co}{A}, \quad (14)$$

$$FLR = K_1Co \times VLR, \quad (15)$$

em que: TMRR (h) é tempo médio de retenção ruminal; K_1Co (%/h), taxa de diluição ou passagem de fluidos; VLR (L) volume de líquido de rúmen; Co (mg), quantidade de cobalto fornecido; A (mg/L), concentração de equilíbrio de cobalto e FLR (L/h) fluxo de líquido ruminal.

A taxa de reciclagem ruminal da fase líquida foi calculada conforme MAENG & BALDWIN (1976):

$$REC = \frac{24horas}{TMRR}, \quad (16)$$

em que REC (n° de vezes/dia) é a taxa de reciclagem e TMRR (horas) é o tempo médio de retenção ruminal.

3.4.4 Produção de metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂)

Nos dois últimos dias de cada período experimental do quadrado latino foram determinadas as produções dos gases CH₄ e CO₂ conforme metodologia proposta por GASTALDI (2003), sendo colhido aproximadamente 700 mL do conteúdo ruminal de cada animal, filtrado em tecido de náilon (100 µm), acondicionado em garrafas térmicas e levados imediatamente para o Laboratório de Ingredientes e Gases Poluentes (LIGAP), onde foram colocados 150 mL de líquido ruminal de cada animal em *erlenmeyer* com capacidade de 250 mL, contendo 2,1 g de amostra pré-seca da dieta total que cada animal estava consumindo em cada período, moída a 1 mm, mantendo a

relação de 1,25 g de MS para 100 mL de líquido ruminal. Foram feitas duas repetições para cada dieta e mais duas repetições do branco, que correspondia ao *erlenmeyer* sem amostra só com o líquido ruminal para correção nos cálculos.

Os *erlenmeyer* contendo as amostras e o líquido ruminal foram mantidos por 12 horas em banho-maria à temperatura de 39°C, em sala escura, e os gases produzidos foram armazenados em um recipiente plástico (garrafa *pet*) e colhido uma alíquota diretamente deste recipiente com o auxílio de uma seringa com capacidade de 1 mL, sendo imediatamente injetada em cromatógrafo gasoso Trace GC Ultra da Thermo Scientific equipado com detector de ionização de chama, utilizando o argônio como gás de arraste com fluxo de 25 mL por minuto, e a temperatura do forno de 70°C. A calibração foi realizada com uma mistura padrão de gases CH₄ e CO₂. As áreas dos picos foram integradas utilizando o software Chromquest 5.0. A quantidade total de gás produzido foi mensurada pela determinação do volume ocupado pelo gás produzido nas garrafas após 12 horas de fermentação.

Para as avaliações e comparações da produção de CH₄ e CO₂ entre os ingredientes foram coletados 500 mL do conteúdo ruminal, de cada animal em cada período do quadrado latino, filtrado em tecido de náilon (100 µm) e misturados, formando assim, um ambiente homogêneo para que pudesse ser feita a comparação da produção de gases, sendo colocados 150 mL de líquido em *erlenmeyer* com capacidade de 250 mL contendo 2,1 g de amostras dos ingredientes que fazem parte da composição das dietas, milho, polpa cítrica, casca de soja, farelo de girassol e silagem de milho, e dois brancos, sem amostras apenas com líquido ruminal para correção nos cálculos.

3.4.5 Análises estatísticas

O delineamento utilizado foi o quadrado latino 4 × 4 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 pelo teste de Cramer-von Mises.

Os resultados do ensaio de degradabilidade *in situ*, da taxa de diluição de fluido ruminal, da produção de CH₄ e CO₂ das dietas fornecidas foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de F, considerando nível de significância de 5%, utilizando o procedimento GLM do SAS (2008) (*Statistical Analysis System*).

A análise dos parâmetros ruminais pH, N-NH₃ e AGCC foram feitas segundo o esquema de medidas repetidas no tempo utilizando modelos mistos do SAS (2008) (*Statistical Analysis System*). Inicialmente foi realizado o teste de esfericidade da matriz de variâncias e covariâncias entre tempos. Quando rejeitada a hipótese de esfericidade estimou-se a estrutura de covariância que melhor se ajustou aos dados, utilizando o AIC (Akaike's Information Criterion) como critério de escolha da matriz.

A comparação de médias foi feita pelo teste de F a 5% de probabilidade. Para a comparação entre os tempos de colheita utilizou-se contrastes ortogonais polinomiais (1°, 2°, 3° e 4° grau) (LITTEL et al., 2006).

Para as avaliações e comparações da produção de CH₄ e CO₂ entre os ingredientes, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema de medidas repetidas no tempo, com três repetições para cada ingrediente (tratamento) em quatro diferentes períodos (tempos). Os resultados foram avaliados utilizando-se modelos mistos do SAS (2008) (*Statistical Analysis System*), e a comparação das médias foi feita pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.5 Ensaio de desempenho e características quantitativas da carcaça e qualitativas da carne

Foram utilizados 24 cordeiros machos não castrados, ½ Santa Inês ½ Dorper, com idade média de 80 dias e peso corporal médio inicial de 17,7 ± 2,6 kg, alojados em gaiolas individuais de madeira, com piso ripado, comedouros individuais e água oferecida à vontade. Antes do início do período experimental os animais foram desverminados e receberam vitaminas A, D, E e B12. Os animais foram identificados individualmente por colar e alimentados duas vezes por dia às 8 h e às 17 h, apenas

com silagem de milho no primeiro dia, sendo incluída a ração concentrada gradativamente até atingir a relação volumoso/concentrado estabelecida de 40:60. As dietas experimentais utilizadas foram as mesmas do experimento de digestibilidade (Tabela 2).

Para a determinação do consumo de matéria seca, todos os dias pela manhã, foram pesadas as quantidades do alimento fornecido e das sobras, sendo feito ajuste diário do fornecido de forma a permitir sobras de 10% do total ofertado, realizando amostragem destes a cada 15 dias, juntamente com as pesagens dos animais, para avaliação do ganho de peso e conversão alimentar. Ao atingirem peso próximo de 33 kg de peso corporal os animais passaram a ser pesados semanalmente até atingirem o peso estabelecido para o abate de 35 kg de peso corporal.

Ao atingirem $35 \pm 0,61$ kg de peso corporal, os animais foram submetidos exclusivamente à dieta hídrica por 16 horas, sendo pesados antes do jejum e momentos antes do abate, para determinação da perda de peso ao jejum e do peso corporal ao abate (PCA). Antes do abate foram realizadas as medidas *in vivo*, altura do dorso (distância entre uma reta medida da cernelha ao solo), comprimento corporal (distância entre a articulação cervico-torácica e a base da cauda na primeira articulação intercoccígea), comprimento da perna (distância entre o trocâter maior do fêmur e o bordo lateral da articulação tarso-metatarsiana), perímetro torácico (contorno da circunferência torácica após a escápula, considerando a maior circunferência); largura do tórax (distância entre as faces laterais das articulações escápulo-umerais), largura da garupa (distância entre os trocânteres maiores dos fêmures), perímetro da coxa (contorno tomando como base a parte média da perna, acima da articulação fêmuro-tibio-rotuliana) e compacidade corporal calculada pela relação entre o peso corporal ao abate e o comprimento corporal, expresso em kg/cm. Para determinação subjetiva da condição corporal, atribuiu-se escores de 1 (muito magra), 2 (magra), 3 (normal), 4 (gorda) e 5 (muito gorda) tomando como base a palpação da região dorsal da coluna vertebral ao longo das apófises espinhosas, ao longo das apófises espinhosas lombares sobre o músculo *Longissimus dorsi*, ao longo do esterno e nas pontas das

apófises transversas lombares, sobre a base da cauda (OSÓRIO et al., 1998; OSÓRIO et al., 2008b).

Após todas as avaliações *in vivo* e período de jejum, os cordeiros foram insensibilizados por eletronarcose, com descarga elétrica de 220V por 3 segundos e, posteriormente abatidos, seccionando-se as veias jugulares e as artérias carótidas para sangria. O sangue foi coletado em balde plástico previamente tarado e em seguida pesado. Logo após, procedeu-se a evisceração, sendo os não componentes da carcaça separados e pesados individualmente. Assim, determinaram-se os pesos da cabeça, patas, pele, esôfago, língua, aparelho respiratório com a traqueia, coração, fígado com esvaziamento da vesícula biliar, baço, rins, gordura perirrenal, estômago (rúmen, retículo, omaso e abomaso), intestinos (delgado e grosso), gordura omental com a mesentérica e aparelho reprodutor com a bexiga vazia.

O trato gastrintestinal foi pesado cheio e vazio após esvaziamento completo e lavagem, para a obtenção do peso do corpo vazio (PCV).

$$PCV = PCA - \text{conteúdo gastrintestinal} - \text{conteúdo da vesícula biliar} - \text{conteúdo da bexiga}, \quad (17)$$

em que PCA = peso corporal ao abate.

O rendimento verdadeiro ou biológico (RV) foi obtido pela relação entre o peso da carcaça quente (PCQ) e o peso do corpo vazio (PCV).

$$RV = \frac{PCQ}{PCV} \times 100 \quad (18)$$

As carcaças quentes foram pesadas (PCQ) para determinação do rendimento da carcaça quente (RCQ) em relação ao peso corporal ao abate (PCA).

$$RCQ = \frac{PCQ}{PCA} \times 100 \quad (19)$$

Após a pesagem foram feitas medidas no músculo *Longissimus lumborum* do lado direito da carcaça, pelo corte transversal na altura da 13ª vértebra torácica, sendo medido pH aos 45 minutos após o abate, efetuando-se três medidas, com peagômetro digital com eletrodo de penetração. Para determinação da cor no músculo *Longissimus lumborum* aos 45 minutos, efetuaram-se três medidas, utilizando o colorímetro Minolta CR-400, previamente calibrado para um padrão branco e por meio do sistema CIELAB obteve-se os valores de L* (luminosidade), a* (intensidade de vermelho) e b* (intensidade de amarelo) da carne.

Em seguida, as carcaças foram transferidas para câmara frigorífica a 6°C por 24 horas, penduradas pelos tendões do gastrocnêmio, em ganchos apropriados para manter as articulações tarso-metatarsianas distanciadas em 17 cm. Ao final desse período, as carcaças frias foram pesadas (PCF), e medidos novamente o pH e a cor no músculo *Longissimus lumborum*, no mesmo local que foram realizadas as medidas aos 45 minutos após o abate, sendo retirada parte do músculo que ficou em contato com o ar, evitando possíveis interferências da oxidação do músculo pela exposição ao oxigênio nas medidas avaliadas.

O cálculo do rendimento de carcaça fria (RCF) em relação ao peso corporal ao abate (PCA) foi feito pela seguinte fórmula:

$$RCF = \frac{PCF}{PCA} \times 100, \quad (20)$$

em que: PCF = peso da carcaça fria.

Para o cálculo da perda de peso por resfriamento (PPR) foi utilizado a seguinte expressão :

$$PPR = \left[\frac{(PCQ - PCF)}{PCQ} \right] \times 100, \quad (21)$$

em que: PCQ = peso da carcaça quente; PCF = peso da carcaça fria.

Na carcaça fria foram feitas as avaliações morfológicas pelas seguintes mensurações: comprimento externo da carcaça (distância entre a articulação cervico-torácica e a primeira articulação intercoccígea), comprimento interno da carcaça (distância máxima entre o bordo anterior do osso púbis e o bordo anterior da primeira costela em seu ponto médio), comprimento da perna (distância entre o trocânter maior do fêmur e o bordo lateral da articulação tarso-metatarsiana), perímetro da garupa (perímetro da região da garupa, com base nos trocânteres dos fêmures), perímetro do tórax (contorno da circunferência torácica após a escápula, considerando-se a maior circunferência), perímetro da coxa (contorno tomando como base a parte média da perna, acima da articulação fêmuro-tibio-rotuliana), largura da garupa (largura máxima entre os trocânteres maiores dos fêmures), largura do tórax (largura do tórax na maior amplitude das costelas) e profundidade do tórax (distância máxima entre o esterno e a cernelha). O índice de compacidade da carcaça foi determinado pela relação entre o peso da carcaça fria e o comprimento interno da carcaça, em kg/cm. As medidas de comprimento, altura e perímetro foram tomadas com fita métrica, e as medidas de largura e profundidade, com compasso, cuja abertura registrada foi medida com régua (OSÓRIO et al., 1998; YÁÑEZ et al., 2004).

Em seguida, as carcaças foram divididas longitudinalmente e a meia-carcaça esquerda foi seccionada em cinco regiões anatômicas ou cortes comerciais, pescoço, paleta, costelas, lombo e perna, e pesados separadamente. Foram calculadas as porcentagens de cada corte em relação à meia-carcaça esquerda, segundo metodologia adaptada de SILVA SOBRINHO (2001).

O lombo da meia-carcaça esquerda de cada animal foi separado e identificado, sendo realizada na porção dorsal do músculo *Longissimus lumborum*, na altura da 13^a vértebra torácica, mensurações para cálculo da área de olho-de-lombo, conforme SILVA SOBRINHO (1999), constando de quatro medidas: medida A (comprimento máximo do músculo); medida B (profundidade máxima do músculo); medida C (espessura mínima de gordura de cobertura sobre o músculo) e medida GR (espessura máxima de gordura de cobertura sobre a superfície da 13^a costela, a 11 cm da linha dorso-lombar), obtidas com auxílio de um paquímetro digital e fita métrica.

A área de olho-de-lombo foi calculada utilizando-se a fórmula:

$$AOL = \left(\frac{A}{2} \times \frac{B}{2} \right) \pi \quad (22)$$

Após as medidas realizadas, o lombo foi acondicionado em embalagens plásticas a vácuo e congelados a -20°C para posteriores análises da composição centesimal da carne, colesterol e composição em ácidos graxos.

As amostras do músculo *Longissimus lumborum* foram liofilizadas por 72 horas, para as determinações dos teores de matéria seca (MS), cinzas, extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB) segundo a metodologia descrita pela AOAC (1995). Os teores de energia bruta da carne foram determinados em bomba calorimétrica.

O teor de colesterol do músculo *Longissimus lumborum* foi determinado conforme metodologia descrita por AL HASANI et al. (1993), onde o teor de colesterol total foi quantificado em cromatografia gasosa e sua identificação por comparação com padrões da Sigma®, após a verificação da linearidade do método, através de soluções de colesterol padrão com diferentes concentrações.

As análises da composição em ácidos graxos do músculo *Longissimus lumborum* foram feitas pela extração dos lipídios segundo metodologia de BLIGH & DYER (1959), e os ésteres de ácidos graxos isolados foram analisados por cromatografia gasosa. A identificação dos picos foi feita por comparação dos tempos de retenção com os de padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos da Sigma®.

As amostras do fornecido e das sobras foram pesadas e pré-secas em estufa com circulação forçada de ar a 55° C, por 72 horas, posteriormente moídas em moinho de facas, com peneira com crivo de 1 mm, armazenadas em frascos identificados, hermeticamente fechados, para posterior análise do teor de matéria seca de acordo com AOAC (1995).

3.5.1 Análise estatística

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 Brown e Forsythe's, respectivamente. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de F, considerando nível de significância de 5%, utilizando o procedimento GLM do SAS (2008) (*Statistical Analysis System*).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Ensaio de digestibilidade dos nutrientes

Não foram observadas diferenças significativas para o consumo de matéria seca, o ganho de peso médio diário e a conversão alimentar dos cordeiros. Não houve interação significativa entre as fontes de carboidrato (FSDN e amido) e a inclusão ou não de óleo de girassol sobre as variáveis avaliadas (Tabela 3).

Tabela 3. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância do consumo de matéria seca (CMS), ganho em peso médio diário (GPMD) e conversão alimentar (CA) dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais

Variável	Fonte de carboidrato		Óleo de girassol		CV ¹ (%)	Pr>F		
	FSDN	Amido	0%	4,2%		FC ²	Óleo ³	FC*Óleo ⁴
CMS (kg/dia)	1,04	0,99	1,05	0,98	13,82	0,45	0,26	0,43
CMS (% PC)	4,51	4,70	4,69	4,52	9,55	0,35	0,40	0,23
CMS (g/kg ^{0,75} /dia)	98,68	100,48	101,83	97,34	8,72	0,65	0,26	0,19
GPMD (g/dia)	221,0	191,0	214,0	198,0	17,62	0,08	0,32	0,61
CA (kg MS/kg ganho)	4,76	5,14	5,02	4,88	11,48	0,16	0,58	0,24

FSDN = fibra solúvel em detergente neutro; ¹CV = coeficiente de variação; ²FC = efeito da fonte de carboidrato; ³Efeito da inclusão ou não de óleo; ⁴FC*Óleo = efeito da interação fonte de carboidrato e óleo.

As dietas ricas em amido continham em média 29,5% de milho e 4,77% de polpa cítrica na MS das rações, e as dietas ricas em FSDN continham em média 31,5% de polpa cítrica e 5,15% de milho na matéria seca das rações. Dessa forma, podemos considerar uma substituição do milho pela polpa cítrica de 93,65% em dietas contendo relação volumoso/concentrado de 40:60. BUENO et al. (2004) avaliaram a substituição do milho pela polpa cítrica em 0, 36, 64 e 100% e não verificaram diferenças no consumo, no ganho de peso e na conversão alimentar de cordeiros consumindo dietas com relação volumoso/concentrado de 33:67. RODRIGUES et al. (2008b) avaliaram a substituição do milho pela polpa cítrica em 0, 33, 67 e 100%, em dietas contendo 10% de volumoso e 90% de concentrado, na alimentação de cordeiros confinados e

verificaram que a substituição de 33% promoveu melhora no consumo de matéria seca e no desempenho.

A inclusão de 4,2% óleo associado as fontes de carboidratos não afetou o consumo de matéria seca dos ovinos. YAMAMOTO et al. (2005) avaliaram a inclusão de 3% na MS de diferentes fontes de óleos vegetais na alimentação de cordeiros e também não verificaram diferenças no consumo de matéria seca. No entanto, LOUGH et al. (1993), avaliaram a inclusão ou não de 10,7% de óleo de palma na dieta de ovinos e verificaram redução significativa no consumo de matéria seca.

Não foram observadas diferenças ($p>0,05$) para os valores médios do consumo de MS, MO, PB, FDN e hemiceluloses dos cordeiros (Tabela 4). As fontes de carboidratos e a inclusão de óleo tiveram influência nos consumos de EE, FSDN e CNF. As dietas ricas em amido proporcionaram maior consumo de amido o que era esperado, conforme a formulação das dietas (Tabela 2). A dieta rica em amido, sem inclusão de óleo, possuía em sua composição maior teor de EE que nas dietas ricas em FSDN, devido ao teor de extrato etéreo do milho ser 2,4 vezes maior que na polpa cítrica, e a inclusão de óleo aumentou 2,7 vezes a ingestão de EE pelos animais, em relação às dietas sem óleo.

Tabela 4. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância do consumo, em kg/animal/dia, dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais

Variável (kg/animal/dia)	Fonte de carboidrato		Óleo de girassol		CV ¹ (%)	Pr>F		
	FSDN	Amido	0%	4,2%		FC ²	Óleo ³	FC*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
Hemicelulose	0,18	0,20	0,20	0,18	14,55	0,09	0,22	0,71
CHOT	0,74	0,67	0,76	0,65	12,95	0,11	0,01	0,18

FSDN = fibra solúvel em detergente neutro; ¹CV = coeficiente de variação; ²FC = efeito da fonte de carboidrato; ³Efeito da inclusão de óleo; ⁴FC*Óleo = efeito da interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo.

Houve interação significativa entre as fontes de carboidratos e a inclusão de óleo sobre o consumo de FDA (Tabela 5). Menor consumo de FDA foi observado para os animais alimentados com a dieta rica em amido em relação à dieta rica em FSDN ambas sem inclusão de óleo, provavelmente devido ao menor percentual de FDA da dieta rica em amido (22,74%) em relação à dieta rica em FSDN (25,74%), essa diferença pode ser explicada pelo maior percentual de FDA na polpa cítrica (22,8%) em comparação ao milho (2,83), no entanto, a inclusão de óleo à dieta rica em FSDN promoveu redução no consumo de FDA pelos cordeiros.

Tabela 5. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância do 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

Variável (kg/animal/dia)	Fonte de carboidrato	Óleo de girassol		CV ¹ (%)	Pr>F		
		0%	4,2%		FC ²	Óleo ³	FC*Óleo ⁴
FDA	FSDN	0,28aA	0,23bA	12,92	<0,05	0,44	0,02
	Amido	0,19aB	0,22aA				

FSDN = fibra solúvel em detergente neutro; ¹CV = coeficiente de variação; ²FC = efeito da fonte de carboidrato; ³Efeito da inclusão ou não de óleo; ⁴FC*Óleo = efeito da interação 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).

As fontes de carboidratos e a inclusão de óleo não interferiam nas digestibilidades da proteína bruta (CDPB), da fibra solúvel em detergente neutro (CDFSDN) e da fibra em detergente ácido (CDFDA) (Tabela 6). As fontes de carboidratos influenciaram nos coeficientes de digestibilidade do EE (CDEE) e amido (CD amido), e a inclusão de óleo aumentou a digestibilidade do EE (CDEE).

Não foram observadas diferenças na digestibilidade da FDA (CDFDA) nos cordeiros alimentados com as dietas experimentais. Embora, maior consumo de FDA tenha sido verificado para os animais alimentados com a dieta rica em FSDN sem óleo em comparação aos alimentados com a dieta rica em amido sem óleo, essa diferença não interferiu na digestibilidade da FDA.

Tabela 6. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais

Variável (%)	Fonte de carboidrato		Óleo de girassol		CV ¹ (%)	Pr>F		
	FSDN	Amido	0%	4,2%		FC ²	Óleo ³	FC*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

FSDN = fibra solúvel em detergente neutro; ¹CV = coeficiente de variação; ²FC = efeito da fonte de carboidrato; ³Efeito da inclusão de óleo; ⁴FC*Óleo = efeito da interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo.

As digestibilidades da proteína bruta (CDPB) e do amido (CDamido) não foram influenciadas pela inclusão de óleo. KUCUK et al. (2004) alimentaram cordeiros com dieta contendo alto teor de concentrado e suplementadas com teores crescentes de óleo de soja (0; 3,2; 6,3 e 9,4% MS da dieta) e também verificaram que as digestibilidades da proteína, do amido, da MO e da FDN não foram afetadas pela inclusão de óleo, e inferiram que dietas com alto teor de concentrado e suplementadas com óleo podem reduzir o efeito adverso da inclusão de lipídios na digestibilidade da fibra.

A inclusão de 4,2% de óleo aumentou ($p<0,05$) a digestibilidade do extrato etéreo (CDEE) das dietas. SILVA et al. (2007) avaliaram a suplementação de 4,5% de óleo de soja na dieta de cabras em lactação e também verificaram aumento na digestibilidade do EE, no entanto, observaram redução nas digestibilidades da MO, PB, FDN e carboidratos totais e não verificaram diferenças na digestibilidade dos CNF.

Foi observada interação significativa entre as fontes de carboidratos e a 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), das hemiceluloses (CDhemiceluloses) e dos carboidratos totais (CDCHOT) (Tabela 7).

Maior valor de coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS) foi verificado para os animais alimentados com a dieta rica em amido 0% de óleo em comparação aos alimentados com a dieta rica em FSDN 0% de óleo. No entanto,

quando foi adicionado óleo às dietas, essa situação se inverteu, uma vez que a inclusão de óleo à dieta rica em amido reduziu significativamente a digestibilidade da matéria seca (CDMS), da matéria orgânica (CDMO), dos carboidratos não fibrosos (CDCNF), dos carboidratos totais (CDCHOT), da fibra em detergente neutro (CDFDN) e das hemiceluloses.

Tabela 7. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância do 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), das hemiceluloses (CDhemiceluloses) e dos carboidratos totais (CDCHOT) dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais

Variável (%)	Fonte de carboidrato	Óleo de girassol		CV ¹ (%)	Pr>F		
		0%	4,2%		FC ²	Óleo ³	FC*Óleo ⁴
CDMS	FSDN	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				
CDCHOT	FSDN	65,67Aa	65,75Aa	4,15	0,03	<0,05	<0,05
	Amido	67,61Aa	58,21Bb				

FSDN = fibra solúvel em detergente neutro; ¹CV = coeficiente de variação. ²FC = efeito da fonte de carboidrato; ³Efeito da inclusão de óleo; ⁴FC*Óleo = efeito da interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo.

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

Não foram observadas diferenças (p>0,05) para a digestibilidade da matéria orgânica (CDMO) entre as dietas ricas em amido e em FSDN, ambas sem inclusão de óleo, no entanto, houve diferença na digestibilidade da matéria seca (CDMS) entre essas dietas, essas diferenças podem ter ocorrido devido ao alto teor de minerais presentes na polpa cítrica em comparação ao milho. Resultados semelhantes foram

observados por RODRIGUES et al. (2008b) que avaliaram a substituição do milho pela polpa cítrica na dieta de ovinos e verificaram redução da digestibilidade da MS com a inclusão da polpa cítrica, no entanto, a digestibilidade da MO não foi afetada. No entanto, HENRIQUE et al. (2003), avaliaram a substituição da polpa cítrica pelo milho na dieta de ovinos e não observaram diferenças nas digestibilidades da MS e MO.

As diferentes fontes de carboidratos não interferiram na digestibilidade da fibra em detergente ácido (CDFDA), das hemiceluloses (CDhemiceluloses) e da fibra em detergente neutro (CDFDN). No entanto, quando foi adicionado óleo à dieta rica em amido houve redução nas digestibilidades da FDN e das hemiceluloses, e por não ter ocorrido diferença no CDFDA par a inclusão de óleo às dietas, pode-se dizer que a redução no CDFDN para a dieta rica em amido com óleo foi devido a redução no CDhemicelulose, uma vez que a hemicelulose é obtida pela diferença entre a FDN e a FDA. HENRIQUE et al. (2003) avaliaram a substituição da polpa cítrica pelo milho em até 55% na dieta para ovinos e também observaram que as digestibilidades da FDN e das hemiceluloses não foram influenciadas, e observaram aumento na digestibilidade da FDA atribuído a melhor digestibilidade da celulose. Porém, RODRIGUES et al. (2008b), investigaram a substituição do milho pela polpa cítrica em até 100% e verificaram aumento linear na digestibilidade da FDN.

O balanço de nitrogênio não foi influenciado pelas fontes de carboidratos solúveis em detergente neutro, associados ou não ao óleo de girassol (Tabela 8). O balanço de nitrogênio é importante pois permite quantificar a retenção de nitrogênio no organismo, pela diferença entre o nitrogênio consumido e o excretado nas fezes e urina, sendo importante indicador do ganho ou perda de proteína de animais.

A inclusão de óleo às dietas não promoveu diferenças ($p=0,05$) para as quantidades de nitrogênio ingerido, expresso em g/animal/dia, para a inclusão ou não de 4,2% de óleo às dietas, porém redução de 2,38 gramas de N ingerido/animal/dia foi verificada para os animais alimentados com às dietas com inclusão de óleo em comparação aos alimentados com às dietas sem óleo.

Tabela 8. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância do balanço de nitrogênio dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais

Variável	Fonte de carboidrato		Óleo de girassol		CV ¹ (%)	Pr>F		
	FSDN	Amido	0%	4,2%		FC ²	Óleo ³	FC*Óleo ⁴
N ingerido								
g/animal/dia	21,06	19,82	21,63	19,25	12,53	0,29	0,05	0,08
N urina								
g/animal/dia	4,63	4,04	4,68	4,00	23,78	0,22	0,16	0,88
g/kg ^{0,75} /dia	0,40	0,38	0,41	0,36	20,39	0,56	0,17	0,90
N retido								
g/animal/dia	7,63	7,31	7,66	7,28	27,07	0,73	0,68	0,89
g/kg ^{0,75} /dia	0,66	0,68	0,68	0,66	27,06	0,87	0,85	0,89
N absorvido								
g/animal/dia	12,26	11,36	12,34	11,28	18,50	0,37	0,29	0,95
g/kg ^{0,75} /dia	1,06	1,05	1,09	1,02	16,38	0,92	0,40	0,93
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

FSDN=fibra solúvel em detergente neutro; ¹CV = coeficiente de variação; ²FC = efeito da fonte de carboidrato; ³Efeito da inclusão de óleo; ⁴FC*Óleo = efeito da interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo.

Houve interação significativa entre a fonte de carboidrato (amido e FSDN) e os níveis de inclusão de óleo (0% e 4,2%) sobre o teor de nitrogênio fecal e teor de nitrogênio ingerido em relação ao peso metabólico (Tabela 9).

Tabela 9. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância do desdobramento da interação entre a fonte de carboidrato e inclusão de óleo sobre o nitrogênio fecal, em g/animal/dia e em g/kg^{0,75}/dia e nitrogênio ingerido, em g/kg^{0,75}/dia, dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais

Variável	Fonte de carboidrato	Óleo de girassol		CV ¹ (%)	Pr>F		
		0%	4,2%		FC ²	Óleo ³	FC*Óleo ⁴
N ingerido							
g/kg ^{0,75} /dia	FSDN	1,99aA	1,65bB	8,16	0,81	0,03	0,01
g/kg ^{0,75} /dia	Amido	1,82aA	1,85aA				
N fezes							
g/animal/dia	FSDN	10,48aA	7,11bA	19,11	0,66	0,09	0,01
g/animal/dia	Amido	8,10aB	8,82aA				
N fezes							
g/kg ^{0,75} /dia	FSDN	0,89aA	0,62bB	14,55	0,64	0,10	0,02
g/kg ^{0,75} /dia	Amido	0,73aB	0,83aA				

FSDN=fibra solúvel em detergente neutro; ¹CV = coeficiente de variação; ²FC = efeito da fonte de carboidrato; ³Efeito da inclusão de óleo; ⁴FC*Óleo = efeito da interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo.

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

Não houve diferenças ($p>0,05$) para as quantidades de nitrogênio ingerido, expresso em g/animal/dia, no entanto, quando expresso em g/kg^{0,75}/dia, a inclusão de óleo associado à dieta rica em FSDN reduziu significativamente a ingestão de nitrogênio, refletindo na menor excreção fecal de N pelos cordeiros alimentados com esta dieta. Porém, essas diferenças não afetaram a absorção e a retenção do nitrogênio nos ovinos.

As diferentes fontes de carboidratos não interferiram no metabolismo do nitrogênio dos cordeiros. RODRIGUES et al. (2008b) avaliaram substituição do milho pela polpa cítrica em 0, 33, 67 e 100% e também não observaram diferenças no metabolismo do nitrogênio em ovinos. No entanto, HENRIQUE et al. (2003) estudaram a substituição do milho pela polpa cítrica e observaram melhora no aproveitamento do nitrogênio nos ovinos, justificado pelo aumento no consumo de matéria seca, e BHATTACHARYA & HARB (1973) encontraram diminuição significativa do nitrogênio retido com o aumento da participação da polpa cítrica na dieta.

As probabilidades do teste F na análise de variância e o coeficiente de variação para as concentrações sanguíneas de glicose, ureia, colesterol e triglicérides pode ser verificada na Tabela 10.

Tabela 10. Probabilidades do teste F na análise de variância e coeficiente de variação para as concentrações sanguíneas de glicose, ureia, colesterol e triglicérides

Estatística	Concentração Sanguínea			
	Glicose	Ureia	Colesterol	Triglicérides
F p/ Fonte de carboidrato	0,48	0,62	0,62	0,69
F p/ óleo	0,98	0,72	0,01	<0,01
F p/ interação FC*óleo	0,57	0,96	0,99	<0,01
F p/ Tempo	0,92	<0,01	<0,01	<0,01
F p/ interação FC*tempo	0,88	<0,01	0,37	0,91
F p/ interação Óleo*tempo	0,98	0,47	<0,01	0,90
F p/ interação FC*óleo*tempo	0,98	0,74	0,22	0,57
CV (%)	32,01	-	-	24,14
¹ Esfericidade	0,37	<0,01	0,02	0,31
² Estrutura	-	ANTE	TOEP	-

FC = fonte de carboidrato; CV (%) = coeficiente de variação.

¹ Teste χ^2 para esfericidade da matriz Σ .

² Estrutura de covariância utilizada. ANTE= Ante-dependence; TOEP= Toeplitz.

Para as concentrações sanguíneas de glicose e triglicérides, a condição de esfericidade da matriz Σ foi aceita ($p>0,05$), no entanto, para as concentrações de ureia e colesterol, a condição de esfericidade da matriz Σ foi rejeitada ($p<0,05$) e a estrutura da matriz Σ que melhor ajustou aos dados foi a ANTE (Ante-dependence) e a TOEP (Toeplitz), respectivamente.

As concentrações de glicose, colesterol e triglicérides no sangue são indicativos do metabolismo energético. Os valores médios para os teores de glicose, ureia e colesterol no sangue dos ovinos alimentados com diferentes fontes de carboidratos associadas ou não ao óleo de girassol, estão apresentados na Tabela 11.

Tabela 11. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância dos teores sanguíneos, em mg/dL, de glicose, ureia e colesterol nos cordeiros alimentados com as dietas experimentais

Variável (mg/dL)	Fonte de carboidrato		Óleo de girassol		CV ¹ (%)	Pr>F		
	FSDN	Amido	0%	4,2%		FC ²	Óleo ³	FC*Óleo ⁴
Glicose	81,56	85,04	83,25	83,35	32,01	0,48	0,98	0,57
Ureia	31,16	29,07	30,86	29,36	18,29	0,62	0,73	0,96
Colesterol	56,18	59,11	49,66	65,63	8,83	0,61	0,01	0,99

FSDN = fibra solúvel em detergente neutro; ¹CV = coeficiente de variação; ²FC = efeito da fonte de carboidrato; ³Efeito da inclusão de óleo; ⁴FC*Óleo = efeito da interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo.

A glicemia dos ovinos, não foi influenciada pelas diferentes dietas experimentais. A glicose é o metabólito que representa a via metabólica de energia de fundamental importância, e a dieta exerce pouco ou nenhum efeito sobre a glicemia em ruminantes, sendo pouco sensível às variações do aporte de energia das rações, uma vez que sua concentração sanguínea é regulada por um eficiente mecanismo hormonal destinado a manter constante as concentrações de glicose, porém o fato de ser um metabólito vital para as necessidades energéticas do organismo justifica sua inclusão no perfil metabólico (CONTRERAS et al., 2000; GONZÁLES & SHEFFER, 2002).

O valor médio de glicose sanguínea de 83,3 mg/dL, foi mais alto que os valores de referência de 50 a 80 mg/dL para ovinos, descrito por KANEKO et al. (2008) e seu aumento estaria associado com o estresse do animal e sua diminuição associado com o déficit de energia CONTRERAS et al. (2000). LÓPEZ & STUMPF JR. (2000) avaliaram

a inclusão de 0, 15, 30 e 45% de grão de sorgo à dieta de ovinos e verificaram aumento na concentração de glicose sanguínea com as inclusões de 30 e 45% em comparação a dieta sem inclusão (0%), justificado pelo aumento de amido digestível da dieta, com valores de 60,4; 72,3; 81,0 e 80,5 mg/100mL, respectivamente, para as inclusões de 0, 15, 30 e 45%.

O teor de ureia no sangue dos ovinos variou de 29,07 a 31,16 mg/dL, e não foi influenciado pelas fontes de carboidratos e pela inclusão de óleo, provavelmente devido às dietas serem isoprotéicas, e está dentro do valor de referência de 17,06 a 42,88 mg/dL, descrito por KANEKO et al. (2008). A concentração de ureia no sangue tem sido empregada nos perfis metabólico como indicativo do metabolismo proteico. A concentração de ureia no sangue pode sofrer alterações durante o dia, principalmente após a alimentação, devido a rápida fermentação, seguida da absorção de amônia ruminal, que eleva seu teor. A ureia é sintetizada pelo fígado em quantidade proporcional à concentração de amônia produzida no rúmen e sua concentração está diretamente relacionada com os níveis proteicos da ração e da relação energia/proteína da dieta, o consumo excessivo de proteína pode afetar o desempenho reprodutivo do animal, elevando sua exigência em energia, ou ainda aumentar o custo da ração (WITTWER et al., 1993; BRODERICK & CLAYTON, 1997).

Os lipídios encontrados no plasma sanguíneo são divididos em três grandes grupos: colesterol, fosfolipídios e triglicérides ou gorduras neutras, e possuem importantes funções no organismo, tais como fazer parte da estrutura das membranas celulares, como fonte energética, na síntese de hormônios e como protetores de vísceras. Os níveis de colesterol plasmático são indicadores adequados do total de lipídios no plasma, pois correspondem a aproximadamente 30% do total (GONZÁLES & SCHEFFER, 2002).

As fontes de carboidratos solúveis em detergente neutro não influenciaram na concentração de colesterol sanguíneo, no entanto, a inclusão de 4,2% de óleo às dietas aumentou os teores de colesterol no sangue dos ovinos em comparação às dietas sem inclusão de óleo. Concordando com vários autores citados por LOUGH et al. (1993) que relataram que a suplementação lipídica promove aumento da concentração de

colesterol sanguíneo, e causa alterações inconsistentes nos teores de triglicérides no sangue.

No presente estudo o teor médio de colesterol total obtido foi de 57,64 mg/dL, o que está dentro do valor de referência de 52 a 76 mg/dL para ovinos descrito por KANEKO et al (2008). Valores inferiores foram observados por LOUGH et al. (1993) que avaliaram a inclusão de 10,7% de óleo de palma na dieta de ovinos e observaram valores de colesterol sanguíneo que variaram de 37 a 52 mg/dL, e por SOUZA et al. (2006) que avaliaram a concentração de colesterol total no sangue de carneiros Ideal-Polwarth, alimentados com pastagem natural e ração concentrada e verificaram valor médio de 52,36 mg/dL.

Houve efeito significativo da interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo sobre o teor de triglicérides no sangue dos ovinos alimentados com as dietas experimentais (Tabela 12).

Tabela 12. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância do desdobramento da interação entre a fonte de carboidrato e inclusão de óleo sobre o teor de triglicérides, em mg/dL, no sangue dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais

Fonte de carboidrato	Óleo de girassol		CV ¹ (%)	Pr>F		
	0%	4,2%		FC ²	Óleo ³	FC*Óleo ⁴
FSDN	26,24bB	40,00aA	19,11	0,66	0,09	0,01
Amido	34,57aA	32,87aB				

FSDN=fibra solúvel em detergente neutro; ¹CV = coeficiente de variação; ²FC = efeito da fonte de carboidrato; ³Efeito da inclusão de óleo; ⁴FC*Óleo = efeito da interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo.

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

Maior teor de triglicérides no sangue foi verificado para os animais alimentados com a dieta rica em amido sem inclusão de óleo em comparação à dieta rica em FSDN, provavelmente pelo fato do milho possuir maior teor de lipídios (4,36% EE) em comparação à polpa cítrica (2,20% EE), e os lipídios que predominam nos grãos são os triglicérides (VAN SOEST, 1994). No entanto, quando 4,2% de óleo foi incluído à dieta rica em FSDN ocorreu aumento na concentração de triglicérides em 13,7 unidades em comparação à dieta rica em FSDN sem inclusão de óleo. Este comportamento não foi observado para os animais alimentados com a dieta rica em amido. ÁVILA et al. (2007)

avaliaram a inclusão 0,15, 30 e 45% de grão de girassol na alimentação dos ovinos e verificaram aumento na concentração de triglicérides sanguíneo com o aumento do nível de inclusão do grão de girassol na dieta, com valor médio de 40,5 mg/100mL, valor próximo ao observado para os animais alimentados com a dieta rica em FSDN com 4,2% de óleo de girassol no presente estudo.

Não foram observadas interações significativas entre o tempo de colheita de sangue, as fontes de carboidratos e a inclusão de óleo sobre as variáveis analisadas para o sangue. Os teores de glicose sérica, ureia, colesterol e triglicérides plasmáticos, em função do tempo de colheita estão apresentados na Tabela 13.

Tabela 13. Médias, coeficientes de variação e de contraste e valores de P associado ao teste F da análise de variância das concentrações de glicose sérica, ureia, colesterol e triglicérides plasmáticos dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais, por horário de colheita

Variável (mg/dL)	Horário de colheita (h)						Contraste (p)*
	0	1	2	3	5	7	
Glicose	79,89	86,55	87,11	82,91	83,65	79,68	ns
Ureia	26,95	31,92	34,14	32,36	28,37	26,95	3°G (p<0,05)
Colesterol	59,16	59,29	57,17	56,27	57,95	56,03	Lin (p<0,05)
Triglicerídeos	32,60	30,85	28,80	36,66	37,10	34,50	5°G (p<0,05)

*Efeito do tempo de colheita. ns = não significativo; 3°G = efeito cúbico; Lin = efeito linear; 5°G = efeito de quinto grau.

Os teores de glicose sérica não foram influenciados ($p>0,05$) pelos diferentes horários de colheita. LÓPEZ & STUMPF JR (2000) também não observaram diferenças nas concentrações de glicose sanguínea entre os diferentes horários de colheita após a alimentação de ovinos com dietas contendo diferentes teores de grão de sorgo como fonte de amido.

Foi observado efeito dos diferentes horários de colheita de sangue sobre os teores de ureia, colesterol e triglicérides após a alimentação. O pico máximo de ureia sanguínea foi verificado 2 horas após a alimentação coincidindo com a maior concentração de amônia no líquido ruminal (Tabela 36), uma vez que a ureia é sintetizada pelo fígado em quantidade proporcional à concentração de amônia produzida no rúmen (WITTWER et al., 1993), com redução de sua concentração com o passar do tempo. LÓPEZ & STUMPF JR (2000) verificaram que a máxima

concentração de ureia no sangue de ovinos ocorreu nas primeiras horas após a alimentação com grão de sorgo como fonte de amido.

Comportamento linear foi verificado para os teores de colesterol plasmático nos diferentes horários de colheita após a alimentação, com redução de sua concentração com o passar do tempo. Os teores de triglicérides plasmáticos foram influenciados pelos diferentes horários de colheita, com menor valor observado 2 horas após a alimentação e picos de absorção as 3 e 5 horas após a alimentação. A evolução temporal das concentrações sanguíneas de glicose, ureia, colesterol e triglicérides podem ser observados na Figura 1.

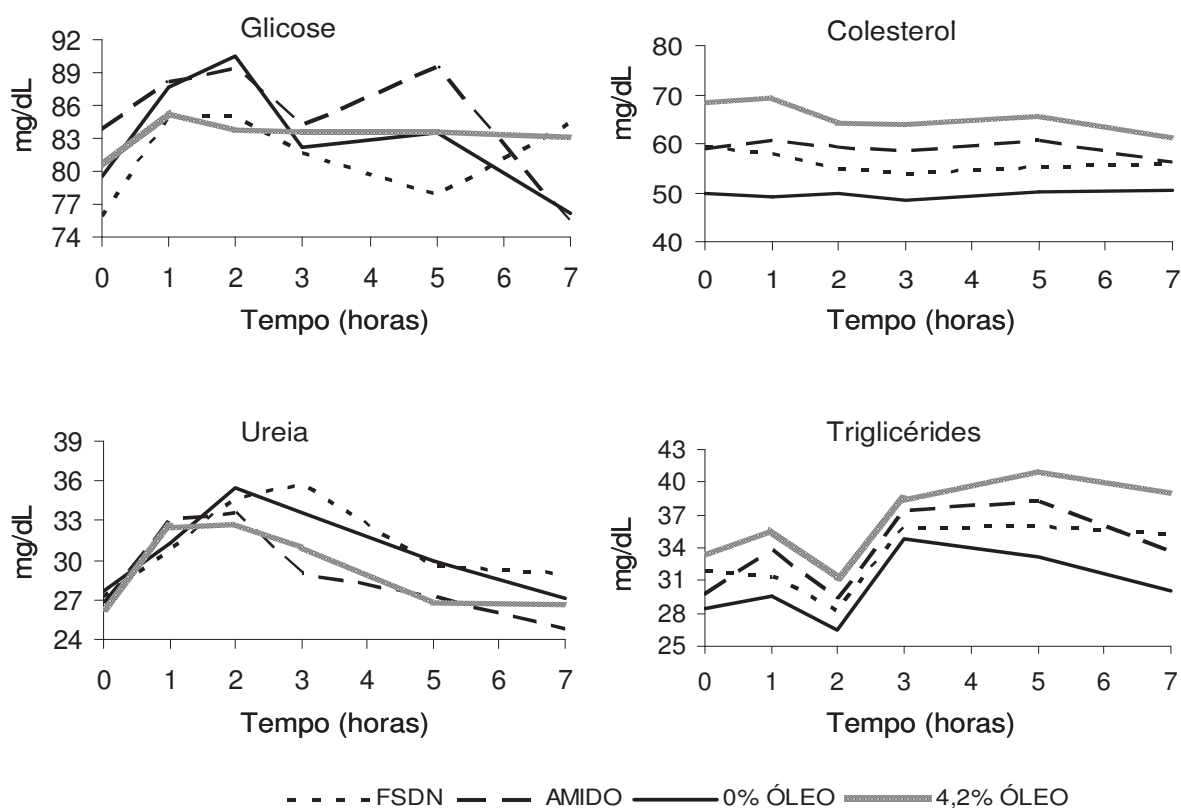


Figura 1. Evolução temporal da concentração sanguínea em mg/dL da glicose, ureia, colesterol e triglicérides dos cordeiros alimentados com diferentes fontes de carboidratos solúveis em detergente neutro associados ou não ao óleo de girassol.

A evolução temporal da concentração de triglicérides sanguíneo também foi avaliado por ÁVILA et al. (2007) que estudaram a alimentação de ovinos com diferentes níveis de inclusão de grão de girassol coletados em diferentes tempos, e observaram irregularidades nos teores de triglicérides dentro dos horários de colheita sem existir uma tendência clara de acréscimo ou decréscimo de sua concentração.

4.2 Ensaio de degradabilidade *in situ* dos nutrientes, parâmetros ruminais, taxa de diluição de fluidos no rúmen e produção de CH₄ e CO₂

4.2.1 Degradabilidade *in situ* dos nutrientes da dieta total

A degradação *in situ* da matéria seca, da fibra em detergente neutro, do amido e da fibra solúvel em detergente neutro da ração total em ovinos alimentados com as dietas experimentais estão apresentados na Tabela 14.

A matéria seca das dietas ricas em FSDN foi efetivamente mais degradada que das dietas ricas em amido, que pode ser explicado pela maior degradabilidade da FDN, amido e FSDN da polpa cítrica em comparação ao milho, ingrediente em maior concentração na dieta rica em amido. A inclusão de óleo às dietas reduziu a degradabilidade efetiva da matéria seca das dietas na taxa de passagem de 8%/h.

Não foram observadas diferenças para as degradabilidades potencial e efetiva da FDN entre as dietas experimentais, porém, menor digestibilidade da FDN foi verificada para os animais alimentados com a dieta rica em amido com inclusão de 4,2% de óleo (Tabela 7).

Menor degradabilidade efetiva do amido foi verificada para as dietas ricas em amido em comparação as dietas ricas em FSDN, o que pode ser explicado pela maior degradabilidade do amido da polpa cítrica em comparação ao amido do milho. No entanto, essas diferenças não afetaram a digestibilidade do amido para os animais alimentados com as dietas ricas em amido que apresentaram maior digestibilidade do amido em comparação aos alimentados com as dietas ricas em FSDN, ambas sem inclusão de óleo (Tabela 6).

Tabela 14. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância para a degradação *in situ* da matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), amido e fibra solúvel em detergente neutro (FSDN) da ração total dos ovinos alimentados com as dietas experimentais

Nutriente	Variável	Fonte de carboidrato		Óleo de girassol		CV ¹ (%)	Pr>F		
		FSDN	Amido	0%	4,2%		FC ²	Óleo ³	FC*Óleo ⁴
MS	a (%)	42,69	31,46	38,63	35,52	2,67	<0,01	<0,01	0,05
	b (%)	43,35	53,44	48,00	48,78	5,59	<0,01	0,58	0,66
	c (/h)	0,043	0,034	0,036	0,041	9,53	<0,01	0,02	0,05
	i (%)	13,96	15,10	13,37	15,69	17,90	0,41	0,12	0,52
	DP (%)	86,04	84,90	86,63	84,30	3,04	0,41	0,12	0,52
	DE2 (%)	72,07	65,17	69,34	67,90	2,19	<0,01	0,10	0,77
	DE5 (%)	62,57	53,19	58,58	57,17	2,04	<0,01	0,05	0,69
	DE8 (%)	57,73	47,50	53,41	51,82	2,03	<0,01	0,02	0,95
FDN	a (%)	11,47	12,91	14,34	10,04	27,87	0,43	0,04	0,36
	b (%)	61,05	60,41	59,95	61,51	10,86	0,85	0,65	0,48
	c (/h)	0,035	0,026	0,029	0,033	19,05	0,02	0,19	0,11
	i (%)	27,47	26,67	25,70	28,45	21,13	0,79	0,37	0,79
	DP (%)	72,52	73,32	74,29	71,55	7,84	0,78	0,37	0,79
	DE2 (%)	50,03	46,13	49,19	46,98	8,74	0,11	0,33	0,29
	DE5 (%)	36,45	33,02	35,93	33,55	12,06	0,15	0,30	0,19
	DE8 (%)	29,98	27,38	30,00	27,36	14,15	0,25	0,24	0,19
Amido	a (%)	52,74	38,57	48,49	42,81	16,26	<0,01	0,18	0,68
	b (%)	45,10	60,03	50,08	55,05	15,69	<0,01	0,27	0,61
	c (/h)	0,059	0,421	0,045	0,055	23,88	0,03	0,12	0,60
	i (%)	2,16	1,40	1,42	2,13	51,14	0,15	0,17	0,25
	DP (%)	97,84	98,59	98,57	97,86	0,93	0,15	0,17	0,24
	DE2 (%)	85,92	78,65	81,93	82,64	4,50	<0,01	0,71	0,46
	DE5 (%)	76,61	65,55	71,09	71,08	8,07	<0,01	0,99	0,73
	DE8 (%)	71,42	58,95	65,62	64,75	9,97	<0,01	0,90	0,86
FSDN	a (%)	46,73	30,46	36,36	40,84	14,63	<0,01	0,16	0,05
	b (%)	51,22	63,36	56,11	58,47	12,69	<0,01	0,54	0,05
	c (/h)	0,054	0,071	0,089	0,036	39,06	0,20	<0,01	0,42
	i (%)	2,05	6,16	7,53	0,69	85,36	0,06	<0,01	0,06
	DP (%)	97,95	93,83	92,47	99,31	3,66	0,05	<0,01	0,06
	DE2 (%)	81,70	78,12	81,72	78,10	5,91	0,18	0,17	0,05
	DE5 (%)	70,97	65,99	71,83	65,12	8,33	0,13	0,06	0,05
	DE8 (%)	65,42	59,02	65,57	58,88	9,72	0,08	0,07	0,05

FSDN = fibra solúvel em detergente neutro; ¹CV = coeficiente de variação; ²FC = efeito da fonte de carboidrato; ³Efeito da inclusão de óleo; ⁴FC*Óleo = efeito da interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo.

a = fração rapidamente solúvel em água; b = fração potencialmente degradável; c = taxa de degradação; i = fração indegradável; DP = degradabilidade potencial; DE= degradabilidade efetiva para taxas de passagens iguais a 2, 5 e 8 %/hora.

Menor degradabilidade potencial da FSDN para as dietas ricas em amido pode ser explicada pelo menor percentual da fração “a” e, com menor confiança (p=0,06), maior percentual da fração indegradável “i” da FSDN para esta dieta, em comparação

às dietas ricas em FSDN, porém, a digestibilidade da FSDN da dieta rica em amido não foi afetada (Tabela 6).

4.2.2 Degradabilidade *in situ* dos ingredientes das dietas experimentais

A degradabilidade *in situ* dos nutrientes da polpa cítrica está apresentada na Tabela 15. As fontes de carboidratos solúveis em detergente neutro e a inclusão ou não de óleo, não influenciaram na degradação potencial e efetiva da MS, FDN, amido e FSDN da polpa cítrica. Embora a inclusão de óleo tenha proporcionado maior degradação da fração “b”, as degradabilidades potencial e efetivas não foram influenciadas.

A polpa cítrica foi o ingrediente de maior degradabilidade ruminal observada, com média de 99,16% de degradação potencial da MS, explicado por ser um ingrediente com alto teor de fibra solúvel em detergente neutro 49,81% e FDN altamente degradável, com média de 97,98% de degradação potencial da fibra, além de completa degradação do amido e da FSDN em 48 horas de incubação.

Os valores médios dos parâmetros da degradabilidade da MS da polpa cítrica observados de 48,05% para a fração “a”; de 51,11% para a fração “b”; de 0,84% para a fração “i” e de 0,055/h para a taxa de degradação “c” com 48 h de incubação, foram próximos aos obtidos por PEREIRA et al. (2000), com exceção da fração indegradável “i”, inferior ao observado no presente estudo. Esses autores avaliaram a degradação de diferentes produtos agroindustriais em ovinos e obtiveram valores das frações “a”, “b”, “i” e da taxa de degradação “c” da MS da polpa cítrica de 46,04%, 53,62%; 0,34% e de 0,066/h, respectivamente.

HALL et al. (1996), citado por HALL (2000), relatou taxa de fermentação *in vitro* da FDN da polpa cítrica de 18 - 28%/h, sendo 85% da FDN fermentada em 24 horas, com semelhante taxa de fermentação para a fibra solúvel. Segundo HALL (2000) a fibra solúvel em detergente neutro (FSDN) é constituída por frutanas, que são cadeias de frutose solúveis em água e encontradas no conteúdo celular das plantas, por β -glucanas encontradas no endosperma dos grãos e na parede celular de gramíneas e

por substâncias pécicas encontradas na lamela média da parede celular das plantas. A polpa cítrica possui em torno de 29% de pectina, a qual é rapidamente e extensivamente degradada pelos micro-organismos ruminais.

Tabela 15. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância para a degradação ruminal *in situ* dos nutrientes da polpa cítrica

Nutriente	Variável	Fonte de carboidrato		Óleo de girassol		CV ¹ (%)	Pr>F		
		FSDN	Amido	0%	4,2%		FC ²	Óleo ³	FC*Óleo ⁴
MS	a (%)	48,29	47,81	48,51	47,59	1,86	0,32	0,08	0,49
	b (%)	50,93	51,29	50,21	52,01	2,28	0,57	0,02	0,69
	c (/h)	0,061	0,049	0,055	0,056	23,91	0,14	0,93	0,15
	i (%)	0,77	0,90	1,28	0,39	88,09	0,74	0,05	0,82
	DP (%)	99,23	99,10	98,72	99,60	0,74	0,74	0,05	0,81
	DE2 (%)	86,22	84,09	84,59	85,71	2,55	0,10	0,34	0,11
	DE5 (%)	75,84	73,15	74,12	74,87	3,70	0,10	0,60	0,11
	DE8 (%)	69,96	67,31	68,43	68,85	4,00	0,10	0,77	0,12
FDN	a (%)	13,76	14,19	14,13	13,81	24,65	0,81	0,86	0,78
	b (%)	84,18	83,84	83,90	84,13	5,11	0,88	0,92	0,86
	c (/h)	0,056	0,049	0,053	0,052	18,87	0,21	0,84	0,85
	i (%)	2,05	1,96	1,97	2,05	130,38	0,95	0,95	0,94
	DP (%)	97,94	98,03	98,02	97,94	2,68	0,95	0,95	0,94
	DE2 (%)	75,49	73,47	74,77	74,19	2,23	0,05	0,51	0,54
	DE5 (%)	57,94	55,47	57,06	56,34	5,34	0,15	0,65	0,66
	DE8 (%)	48,19	45,88	47,39	46,68	7,23	0,22	0,69	0,69
Amido	a (%)	50,99	51,04	51,44	50,60	1,93	0,93	0,14	0,30
	b (%)	50,37	51,80	50,12	52,05	7,59	0,49	0,36	0,99
	c (/h)	0,074	0,060	0,071	0,064	33,83	0,23	0,58	0,25
	i (%)	-	-	-	-	-	-	-	-
	DP (%)	101,37	102,84	101,56	102,65	3,09	0,38	0,52	0,74
	DE2 (%)	90,19	89,31	89,47	90,02	0,93	0,08	0,23	0,05
	DE5 (%)	80,54	78,71	79,64	79,60	3,08	0,19	0,98	0,22
	DE8 (%)	74,76	72,76	73,95	73,57	3,89	0,21	0,80	0,28
FSDN	a (%)	57,24	56,38	57,04	56,58	2,77	0,32	0,57	0,77
	b (%)	44,97	46,34	44,94	46,37	5,40	0,31	0,29	0,86
	c (/h)	0,082	0,067	0,080	0,068	37,25	0,30	0,43	0,28
	i (%)	-	-	-	-	-	-	-	-
	DP (%)	102,21	102,72	101,99	102,95	1,28	0,47	0,19	0,99
	DE2 (%)	92,19	91,59	91,78	92,01	1,03	0,25	0,64	0,14
	DE5 (%)	83,72	82,37	83,23	82,86	2,50	0,24	0,73	0,24
	DE8 (%)	78,66	77,02	78,18	77,51	3,19	0,23	0,61	0,26

FSDN = fibra solúvel em detergente neutro; ¹CV = coeficiente de variação; ²FC = efeito da fonte de carboidrato; ³Efeito da inclusão de óleo; ⁴FC*Óleo = efeito da interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo.

a = fração rapidamente solúvel em água; b = fração potencialmente degradável; c = taxa de degradação; i = fração indegradável; DP = degradabilidade potencial; DE= degradabilidade efetiva para taxas de passagens iguais a 2, 5 e 8 %/hora.

A degradabilidade *in situ* dos nutrientes da casca de soja está apresentada na Tabela 16.

Tabela 16. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância para a degradação *in situ* dos nutrientes da casca de soja

Nutriente	Variável	Fonte de carboidrato		Óleo de girassol		CV ¹ (%)	Pr>F		
		FSDN	Amido	0%	4,2%		FC ²	Óleo ³	FC*Óleo ⁴
MS	a (%)	11,98	10,48	11,49	10,99	15,34	0,13	0,58	0,81
	b (%)	81,79	87,64	82,96	86,48	6,22	0,07	0,23	0,19
	c (/h)	0,029	0,033	0,031	0,032	24,26	0,37	0,81	0,85
	i (%)	6,21	1,87	5,55	2,53	104,84	0,09	0,20	0,13
	DP (%)	93,79	98,13	94,45	97,47	4,41	0,08	0,20	0,13
	DE2 (%)	60,60	64,85	61,62	63,83	7,98	0,14	0,41	0,39
	DE5 (%)	42,28	45,26	43,09	44,45	9,81	0,21	0,55	0,51
	DE8 (%)	34,01	36,08	34,59	35,49	9,78	0,27	0,62	0,55
FDN	a (%)	5,11	3,27	4,67	3,71	29,35	0,02	0,17	0,23
	b (%)	86,42	87,40	83,93	89,88	5,33	0,68	0,04	0,32
	c (/h)	0,030	0,032	0,031	0,031	14,78	0,73	0,95	0,57
	i (%)	8,47	9,33	11,39	6,41	40,45	0,65	0,03	0,37
	DP (%)	91,53	90,67	88,61	93,59	3,95	0,65	0,03	0,38
	DE2 (%)	57,31	56,48	55,58	58,22	8,26	0,73	0,30	0,59
	DE5 (%)	38,00	36,96	36,84	38,12	10,50	0,61	0,54	0,69
	DE8 (%)	29,14	27,95	28,21	28,87	11,18	0,48	0,69	0,77
Amido	a (%)	18,87	14,93	14,87	13,92	12,35	0,27	0,32	0,53
	b (%)	72,05	70,86	70,43	72,48	3,65	0,39	0,17	0,18
	c (/h)	0,152	0,140	0,148	0,144	27,11	0,57	0,85	0,66
	i (%)	14,08	14,21	14,69	13,59	22,04	0,93	0,51	0,41
	DP (%)	85,92	85,79	85,31	86,40	3,63	0,93	0,51	0,41
	DE2 (%)	77,35	76,60	76,63	77,32	1,77	0,31	0,35	0,41
	DE5 (%)	67,78	66,65	67,06	67,37	3,21	0,33	0,78	0,96
	DE8 (%)	60,75	59,51	60,10	60,16	4,91	0,43	0,96	0,79
FSDN	a (%)	24,72	22,68	26,68	20,72	10,02	0,13	<0,01	0,54
	b (%)	68,02	68,42	65,68	70,76	8,31	0,89	0,12	0,42
	c (/h)	0,124	0,108	0,113	0,119	40,28	0,50	0,78	0,68
	i (%)	7,26	8,90	7,64	8,52	77,52	0,62	0,79	0,61
	DP (%)	92,74	91,10	92,35	91,48	6,81	0,62	0,79	0,61
	DE2 (%)	82,53	79,08	81,31	80,30	6,10	0,21	0,70	0,43
	DE5 (%)	72,15	67,69	70,67	69,17	8,99	0,20	0,65	0,49
	DE8 (%)	65,05	60,29	63,66	61,69	11,28	0,23	0,60	0,54

FSDN = fibra solúvel em detergente neutro; ¹CV = coeficiente de variação; ²FC = efeito da fonte de carboidrato; ³Efeito da inclusão de óleo; ⁴FC*Óleo = efeito da interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo.

a = fração rapidamente solúvel em água; b = fração potencialmente degradável; c = taxa de degradação; i = fração indegradável; DP = degradabilidade potencial; DE= degradabilidade efetiva para taxas de passagens iguais a 2, 5 e 8 %/hora.

As degradabilidades potencial e efetiva da MS, FDN, amido e FSDN da casca de soja não foram influenciadas pelas fontes de carboidratos na dieta (amido e FSDN). Embora a degradabilidade potencial da FDN da casca de soja tenha sido aumentada pela inclusão de óleo às dietas, as degradabilidades efetivas não foram influenciadas. A inclusão de óleo não teve influência nas degradabilidades potencial e efetiva da MS, amido e FSDN da casca de soja.

A degradação potencial média da MS da casca de soja de 95,96% e da FDN de 91,10% para 72 horas de incubação, foram inferiores aos obtidos por MARCONDES et al. (2009), que avaliaram a degradação de vários ingredientes em bovinos e verificaram valores para a degradabilidade da MS da casca de soja, em 72 horas de incubação, de 16,54% para a fração “a”, 83,46% para fração “b” e 0,041/h para a taxa de degradação da fração potencialmente degradável “b”, e degradabilidades efetivas de 72,51%, 54,0% e 44,70%, para as taxas de passagem 2, 5 e 8%/ hora, respectivamente.

A casca de soja é um ingrediente com alto teor de FDN altamente digestível, com alto teor de celulose (40 a 50%) e baixo teor de lignina (2 a 3%), fazendo com que seja altamente degradável no rúmen com elevada produção de ácidos graxos de cadeia curta, em razão da elevada fermentação da fibra no rúmen (BACH et al., 1999).

A degradabilidade *in situ* dos nutrientes do farelo de girassol está apresentada na Tabela 17. Não foram observadas diferenças significativas para as degradabilidades potencial e efetiva da MS, FDN, amido e FSDN do farelo de girassol nos ovinos alimentados com as dietas experimentais.

Os valores médios dos parâmetros da degradação ruminal do farelo de girassol de 34,12% para a fração “a”, de 33,66% para a fração “b”, de 0,092/h para a taxa de degradação da fração “b” e de 61,64%, 55,78% e 51,99% para as degradabilidades efetivas nas taxas de passagem de 2, 5 e 8%/h, respectivamente, foram superiores aos valores obtidos por MARCONDES et al. (2009), que avaliaram os parâmetros da degradação da MS do farelo de girassol e obtiveram valores de 32,66% para a fração “a”, de 32,21% para a fração “b”, de 0,079/h para a taxa de degradação da fração “b” e 58,34%, 52,36% e 48,63%, para as degradabilidades efetivas nas taxas de passagem de 2, 5, e 8%/h, respectivamente.

Tabela 17. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância para a degradação *in situ* dos nutrientes do farelo de girassol

Nutriente	Variável	Fonte de carboidrato		Óleo de girassol		CV ¹ (%)	Pr>F		
		FSDN	Amido	0%	4,2%		FC ²	Óleo ³	FC*Óleo ⁴
MS	a (%)	33,81	34,43	34,13	34,11	4,30	0,43	0,98	0,74
	b (%)	34,31	33,02	34,04	33,29	5,60	0,22	0,45	0,52
	c (/h)	0,094	0,090	0,088	0,097	11,39	0,47	0,14	0,16
	i (%)	31,87	32,55	31,83	32,59	3,35	0,25	0,20	0,50
	DP (%)	68,13	67,45	68,17	67,40	1,59	0,25	0,20	0,50
	DE2 (%)	61,99	61,30	61,71	61,58	2,14	0,34	0,84	0,67
	DE5 (%)	56,07	55,49	55,65	55,90	2,98	0,51	0,77	0,44
	DE8 (%)	52,22	51,77	51,80	52,19	3,44	0,63	0,68	0,40
FDN	a (%)	21,00	21,43	21,84	20,60	5,76	0,51	0,09	0,81
	b (%)	28,83	27,58	27,97	28,45	13,16	0,52	0,81	0,43
	c (/h)	0,070	0,049	0,059	0,060	33,78	0,08	0,93	0,30
	i (%)	50,16	50,98	50,19	50,96	5,57	0,58	0,60	0,35
	DP (%)	49,94	49,01	49,81	49,04	5,70	0,58	0,60	0,35
	DE2 (%)	41,60	40,05	41,33	40,33	3,96	0,10	0,26	0,81
	DE5 (%)	36,21	34,37	35,74	34,83	5,52	0,11	0,39	0,43
	DE8 (%)	33,31	31,46	32,80	31,97	6,63	0,14	0,47	0,41
Amido	a (%)	23,53	23,80	23,68	23,65	3,41	0,52	0,95	0,38
	b (%)	60,62	60,00	59,59	61,02	3,62	0,59	0,24	0,99
	c (/h)	0,221	0,241	0,245	0,218	24,78	0,52	0,38	0,54
	i (%)	15,85	16,19	16,72	15,32	9,58	0,67	0,12	0,62
	DP (%)	84,15	83,80	83,27	84,68	1,83	0,67	0,12	0,62
	DE2 (%)	78,99	79,02	78,68	79,33	1,82	0,97	0,40	0,91
	DE5 (%)	72,73	73,16	72,99	72,91	2,69	0,68	0,93	0,81
	DE8 (%)	67,77	68,46	68,39	67,84	3,59	0,59	0,67	0,73
FSDN	a (%)	13,65	18,06	14,40	17,31	19,97	0,03	0,11	0,13
	b (%)	75,96	69,32	71,53	73,76	12,44	0,19	0,64	0,31
	c (/h)	0,083	0,097	0,084	0,096	32,53	0,37	0,46	0,77
	i (%)	10,39	12,62	14,07	8,93	79,37	0,64	0,30	0,64
	DP (%)	89,61	87,38	85,92	91,07	10,32	0,64	0,30	0,64
	DE2 (%)	73,62	71,88	70,71	74,79	7,12	0,53	0,16	0,81
	DE5 (%)	59,64	59,89	57,58	61,95	9,63	0,93	0,18	0,55
	DE8 (%)	51,10	52,68	49,59	54,19	12,09	0,63	0,19	0,50

FSDN = fibra solúvel em detergente neutro; ¹CV = coeficiente de variação; ²FC = efeito da fonte de carboidrato; ³Efeito da inclusão de óleo; ⁴FC*Óleo = efeito da interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo.

a = fração rapidamente solúvel em água; b = fração potencialmente degradável; c = taxa de degradação; i = fração indegradável; DP = degradabilidade potencial; DE= degradabilidade efetiva para taxas de passagens iguais a 2, 5 e 8 %/hora.

A degradabilidade *in situ* dos nutrientes da silagem de milho está apresentada na Tabela 18.

Tabela 18. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância para a degradação *in situ* dos nutrientes da silagem de milho

Nutriente	Variável	Fonte de carboidrato		Óleo de girassol		CV ¹ (%)	Pr>F		
		FSDN	Amido	0%	4,2%		FC ²	Óleo ³	FC*Óleo ⁴
MS	a (%)	35,68	35,65	35,74	35,59	2,99	0,95	0,79	0,39
	b (%)	45,08	40,32	42,52	42,88	12,15	0,11	0,89	0,08
	c (/h)	0,023	0,027	0,025	0,025	27,41	0,32	0,87	0,52
	i (%)	19,23	24,03	21,74	21,52	23,42	0,11	0,93	0,10
	DP (%)	80,77	75,97	78,26	78,47	6,46	0,11	0,93	0,10
	DE2 (%)	59,13	58,06	58,99	58,19	3,49	0,33	0,46	0,28
	DE5 (%)	49,49	49,24	49,63	49,11	2,79	0,74	0,48	0,75
	DE8 (%)	45,49	45,43	45,64	45,28	2,29	0,92	0,50	0,89
FDN	a (%)	4,52	4,46	4,40	4,58	27,81	0,93	0,78	0,98
	b (%)	64,47	60,38	62,83	62,02	19,99	0,54	0,90	0,99
	c (/h)	0,018	0,018	0,017	0,019	31,47	0,88	0,57	0,33
	i (%)	31,01	35,16	32,77	33,40	36,41	0,52	0,92	0,99
	DP (%)	68,99	64,84	67,23	66,60	18,00	0,52	0,92	0,99
	DE2 (%)	34,11	31,63	33,02	32,71	10,51	0,20	0,86	0,09
	DE5 (%)	21,06	19,66	20,25	20,48	12,53	0,31	0,86	0,10
	DE8 (%)	16,02	15,05	15,36	15,71	13,92	0,40	0,76	0,14
Amido	a (%)	84,02	84,19	84,29	83,93	0,65	0,55	0,23	0,84
	b (%)	10,99	10,86	11,27	10,58	10,03	0,81	0,25	0,07
	c (/h)	0,102	0,105	0,093	0,114	38,67	0,88	0,36	0,11
	i (%)	4,98	4,99	4,44	5,49	17,15	0,93	0,05	0,05
	DP (%)	95,01	95,05	95,56	94,50	0,90	0,93	0,05	0,05
	DE2 (%)	92,68	92,72	92,98	92,42	0,30	0,79	<0,01	0,20
	DE5 (%)	90,77	90,83	90,97	90,63	0,41	0,79	0,12	0,15
	DE8 (%)	89,62	89,68	89,78	89,52	0,54	0,79	0,31	0,09
FSDN	a (%)	39,87	40,08	40,07	39,88	9,88	0,92	0,93	0,85
	b (%)	53,35	51,70	51,31	53,74	8,91	0,51	0,34	0,67
	c (/h)	0,175	0,218	0,121	0,272	90,01	0,64	0,14	0,83
	i (%)	6,78	8,21	8,61	6,37	41,12	0,39	0,20	0,68
	DP (%)	93,22	91,79	91,38	93,62	3,33	0,39	0,20	0,68
	DE2 (%)	83,17	83,42	81,09	85,50	7,49	0,94	0,21	0,81
	DE5 (%)	74,67	76,02	72,38	78,31	12,30	0,78	0,25	0,80
	DE8 (%)	69,48	71,32	67,08	73,72	15,03	0,74	0,26	0,79

FSDN = fibra solúvel em detergente neutro; ¹CV = coeficiente de variação; ²FC = efeito da fonte de carboidrato; ³Efeito da inclusão de óleo; ⁴FC*Óleo = efeito da interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo.

a = fração rapidamente solúvel em água; b = fração potencialmente degradável; c = taxa de degradação; i = fração indegradável; DP = degradabilidade potencial; DE= degradabilidade efetiva para taxas de passagens iguais a 2, 5 e 8 %/hora.

Não foram observadas diferenças significativas para os parâmetros da degradação da MS, FDN, amido e FSDN da silagem de milho entre as diferentes fontes de carboidratos solúveis em detergente neutro. A inclusão de óleo às dietas não influenciou as degradabilidades potencial e efetiva da MS, FDN e FSDN da silagem de milho, no entanto, reduziu a degradabilidade efetiva do amido na taxa de passagem de 2%/h.

Os valores verificados para os parâmetros da degradabilidade da MS da silagem de milho em média de 35,67% para a fração “a”, de 42,7% para a fração “b”, de 0,025/h para a taxa de degradação “c” e degradação potencial de 78,37%, foram superiores aos observados na literatura para a fração “a” e para a degradabilidade potencial e inferiores para a fração “b” e para a taxa de degradação “c”, possivelmente devido à silagem utilizada no presente estudo conter maior quantidade de substâncias solúveis rapidamente fermentáveis no rúmen.

SILVA et al. (2006) avaliaram a degradação da MS da silagem de milho com sabugo e verificaram valores de 23% para a fração “a”, de 49,6% para a fração “b”, de 0,0420/h para a taxa de degradação “c” e degradabilidade potencial de 70,3%. KATSUKI et al. (2006) avaliaram a degradação da MS da silagem de milho e observaram valores de 21,97% para a fração “a”, de 54,64% para a fração “b” e de 0,0362/h para a taxa de degradação “c”, e degradabilidade potencial de 76,06%.

Os valores dos parâmetros da degradação ruminal *in situ* do milho dos ovinos alimentados com as dietas experimentais pode ser verificado na Tabela 19.

Maior degradabilidade efetiva da MS e do amido e maior degradabilidade potencial da FDN do milho foram observadas para os animais alimentados com as dietas ricas em amido em comparação aos alimentados com as dietas ricas em FSDN.

A inclusão de óleo às dietas não influenciou os parâmetros da degradação *in situ* da MS e da FDN do milho, no entanto, a inclusão de óleo, reduziu as degradabilidade efetivas do amido do milho nas taxas de passagem de 5 e 8%/h.

Tabela 19. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância para a degradação *in situ* dos nutrientes do milho

Nutriente	Variável	Fonte de carboidrato		Óleo de girassol		CV ¹ (%)	Pr>F		
		FSDN	Amido	0%	4,2%		FC ²	Óleo ³	FC*Óleo ⁴
MS	a (%)	21,88	20,87	21,29	21,46	7,24	0,24	0,82	0,25
	b (%)	72,91	74,56	75,22	75,26	5,38	0,44	0,19	0,42
	c (/h)	0,025	0,031	0,026	0,029	17,33	0,08	0,23	0,17
	i (%)	5,21	4,56	3,49	6,28	81,34	0,76	0,21	0,73
	DP (%)	94,79	95,43	96,50	93,72	4,18	0,76	0,21	0,73
	DE2 (%)	62,03	65,64	63,73	63,94	3,13	0,01	0,83	0,06
	DE5 (%)	46,09	48,99	47,11	47,97	3,45	0,01	0,33	0,07
	DE8 (%)	39,18	41,39	39,86	40,77	3,15	0,01	0,20	0,09
FDN	a (%)	26,04	25,44	27,10	24,39	17,60	0,80	0,28	0,15
	b (%)	52,80	64,01	56,58	60,23	12,23	0,02	0,34	0,49
	c (/h)	0,096	0,075	0,090	0,080	38,84	0,27	0,56	0,87
	i (%)	21,16	10,54	16,32	15,38	32,38	<0,01	0,72	0,67
	DP (%)	78,84	89,46	83,68	84,62	6,10	<0,01	0,72	0,67
	DE2 (%)	69,24	73,40	71,26	71,37	6,22	0,11	0,96	0,36
	DE5 (%)	60,11	60,75	60,83	60,02	9,26	0,82	0,78	0,36
	DE8 (%)	54,22	53,58	54,59	53,20	11,51	0,84	0,67	0,38
Amido	a (%)	18,75	18,50	18,56	18,69	11,34	0,82	0,91	0,34
	b (%)	78,38	77,18	77,98	77,59	4,45	0,51	0,83	0,71
	c (/h)	0,032	0,038	0,033	0,037	13,75	0,05	0,15	0,19
	i (%)	2,87	4,31	3,46	3,72	74,90	0,32	0,85	0,77
	DP (%)	97,13	95,68	96,54	96,28	2,79	0,32	0,85	0,77
	DE2 (%)	66,62	68,76	66,79	68,60	2,46	0,04	0,07	0,29
	DE5 (%)	49,15	51,64	49,39	51,40	2,94	0,01	0,03	0,25
	DE8 (%)	41,07	43,25	41,25	43,05	3,00	0,01	0,03	0,32

FSDN = fibra solúvel em detergente neutro; ¹CV = coeficiente de variação; ²FC = efeito da fonte de carboidrato; ³Efeito da inclusão de óleo; ⁴FC*Óleo = efeito da interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo.

a = fração rapidamente solúvel em água; b = fração potencialmente degradável; c = taxa de degradação; i = fração indegradável; DP = degradabilidade potencial; DE= degradabilidade efetiva para taxas de passagens iguais a 2, 5 e 8 %/hora.

Não foi possível a estimativa da degradabilidade da FSDN no milho, pois no cálculo os valores obtidos foram todos negativos, podendo-se dizer que não havia fibra solúvel no milho para os horários de incubação, sendo este componente completamente degradado.

Os valores médios das frações “a” e “b” da degradação da MS do milho foram de 21,37% e 73,73%, respectivamente, com média de degradação potencial de 95,11% com 48 horas de incubação. Valores próximos foram verificados por GOES et al. (2004) que estudaram a degradabilidade ruminal de diferentes alimentos em bovinos e observaram valores para as frações “a” e “b” da MS do milho de 23,2% e 75,5%,

respectivamente, a taxa de degradação da fração “b” denominada “c” verificada por esses autores de 0,047/h foi superior ao obtido no presente estudo de 0,0281/h.

Valores superiores para os parâmetros da degradação ruminal do amido do milho, com exceção da fração “a”, foram observados por PASSINI et al. (2004) que avaliaram a degradação ruminal do milho moído em bovinos e obtiveram valores de 13,42% para a fração “a”, 90,97% para a fração “b” e 0,044/h para a taxa de degradação “c”, 104,4% para a degradabilidade potencial e 73,89; 54,38 e 44,54% para as degradabilidades efetivas nas taxas de passagem de 2, 5 e 8% , respectivamente.

4.2.3 Parâmetros ruminais

As probabilidade do teste F na análise de variância e coeficiente de variação dos parâmetros ruminais avaliados podem ser verificadas na Tabela 20.

Tabela 20. Probabilidades do teste F na análise de variância e coeficiente de variação para os parâmetros ruminais dos ovinos alimentados com as dietas experimentais

Estatística	Parâmetros ruminais						
	pH	NH ₃	Acético	Propiônico	Butírico	Total AGCC ¹	Acet/prop ²
F p/ Período	0,54	<0,01	0,05	0,28	<0,01	0,03	<0,05
F p/ Animal	0,01	0,44	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	-
F p/ FC	0,27	0,34	0,10	0,59	0,02	0,09	0,14
F p/ óleo	0,75	0,90	0,47	0,49	0,64	0,64	0,14
F p/ FC*óleo	<0,01	0,19	0,07	0,15	0,52	0,10	0,97
F p/ Tempo	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
F p/ FC*tempo	0,13	0,92	0,28	<0,01	<0,01	0,12	0,01
F p/ óleo*tempo	0,92	0,64	0,34	0,26	0,68	0,34	0,15
F p/ FC*óleo*tempo	0,65	0,89	0,77	0,78	0,85	0,78	0,80
CV (%) ³	2,56	29,34	18,99	21,77	23,95	19,13	-
Esfericidade ⁴	0,10	0,67	0,70	0,89	0,16	0,77	0,02
Estrutura ⁵	-	-	-	-	-	-	FA(1)

¹Total AGCC = total de ácidos graxos de cadeia curta; ²Acet/prop = relação acetato/propionato; ³CV (%) = coeficiente de variação.

⁴Teste X² para esfericidade da matriz Σ .

⁵Estrutura de covariância utilizada. FA(1)= Factor Analytic.

Nas variáveis pH, N-NH₃, ácidos acético, propiônico e butírico e o total dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) a condição de esfericidade da matriz Σ foi aceita ($p>0,05$), no entanto, para a relação acetato/propionato, a condição de esfericidade da

matriz Σ foi rejeitada ($p < 0,05$) e a estrutura da matriz Σ que melhor se ajustou aos dados foi a FA (1) (Factor Analytic).

As diferentes fontes de carboidratos e a inclusão de óleo não influenciaram nas concentrações de nitrogênio amoniacal, dos ácidos graxos acético e propiônico, na relação acetato/propionato e no total de AGCC. As dietas ricas em FSDN proporcionaram maior produção de ácido butírico em relação às dietas ricas em amido, já a inclusão de óleo às dietas não teve influência sobre a produção de ácido butírico (Tabela 21).

Tabela 21. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância para a concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) em mg/dL, concentração molar (mM) dos ácidos graxos de cadeia curta, acético, propiônico e butírico, do total de ácidos graxos de cadeia curta (total AGCC) e da relação entre o ácido acético e o propiônico (acet/prop) do fluido ruminal dos ovinos alimentados com as dietas experimentais

Variável	Fonte de carboidrato		Óleo de girassol		CV ¹ (%)	Pr>F		
	FSDN	Amido	0%	4,2%		FC ²	Óleo ³	FC*óleo ⁴
N-NH ₃ (mg/dL)	23,05	24,69	23,77	23,97	29,34	0,34	0,90	0,19
Acético (mM)	26,33	24,21	25,70	24,84	18,99	0,10	0,47	0,07
Propiônico (mM)	5,47	5,28	5,24	5,49	21,77	0,59	0,49	0,15
Butírico (mM)	3,80	3,46	3,66	3,60	23,95	0,02	0,64	0,52
Total AGCC (mM) ⁵	35,60	32,94	34,60	33,94	19,33	0,09	0,64	0,10
Acet/prop ⁶	5,10	4,69	5,10	4,69	-	0,14	0,14	0,97

FSDN = fibra solúvel em detergente neutro; ¹CV = coeficiente de variação; ²FC = efeito da fonte de carboidrato; ³Efeito da inclusão de óleo; ⁴FC*Óleo = efeito da interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo.

⁵Total AGCC = total de ácidos graxos de cadeia curta; ⁶Acet/prop = relação acetato/propionato.

As concentrações de N-NH₃ variaram de 21,93 a 25,61 mg/dL, podendo ser considerado adequado para as atividades fermentativas, pois segundo MEHREZ et al. (1977), o máximo de atividade fermentativa ruminal foi obtido quando o nitrogênio amoniacal alcançou valores entre 19 e 23 mg N/100 mL de líquido ruminal. HOOVER (1986) inferiu que a concentração adequada de nitrogênio amoniacal para o desenvolvimento de micro-organismos ruminais deve ser maior que 3,3 mg/dL. A maior parte dos compostos nitrogenados que chegam ao rúmen é degradada pelos micro-organismos, liberando amônia para incorporação aos compostos nitrogenados microbianos ou para absorção pelo epitélio ruminal e metabolização no fígado.

Valores superiores aos obtidos no presente estudo para a concentração de N-NH₃ foram observados por AGUERRE et al. (2009) que estudaram a suplementação da dieta de ovinos em pasto com diferentes quantidades de grão de sorgo e obtiveram valores de N-NH₃ que variaram de 35,3 a 39,4 mg/100 mL. GILAVERTÉ et al. (2011) obtiveram valores inferiores aos observados no presente trabalho ao avaliaram a substituição total do milho pela polpa cítrica (46% da MS total) ou pela mistura de polpa cítrica (30,1%) e resíduo úmido de cervejaria (30,5%) na alimentação de ovinos, e verificaram valores de N-NH₃ que variaram de 10,82 a 19,33 mg/dL.

Com menor confiança ($p=0,10$) as dietas ricas em FSDN proporcionaram produção de 2,12 mM de ácido acético a mais que as dietas ricas em amido, explicado pelas características fermentativas da polpa cítrica, ingrediente em maior quantidade na dieta rica em FSDN, que é rica em pectina, e tende a produzir mais acetato quando fermentada em comparação ao milho. Segundo LEIVA et al. (2000), as características fermentativas da fibra solúvel em detergente neutro difere dos padrões de fermentação do amido de milho.

A média da concentração molar dos ácidos acético, propiônico e butírico observada foram de 25,27; 5,37 e 3,63 mM, respectivamente. GILAVERTÉ et al. (2011), obtiveram valores que variaram de 26,90 a 40,08 mM para o ácido acético, de 8,56 a 18,90 mM para o ácido propiônico e de 3,81 a 8,13 mM para o ácido butírico. Os menores valores verificados por esses autores foram para a dieta com mistura de polpa cítrica e resíduo de cervejaria, que mais se aproximaram dos valores obtidos no presente trabalho.

Houve interação significativa entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo sobre os valores de pH ruminal (Tabela 22). A dieta rica em FSDN sem inclusão de óleo promoveu maior valor de pH ruminal em comparação à dieta rica em amido, explicado pelas características fermentativas da polpa cítrica, ingrediente em maior concentração na dieta rica em FSDN, que é rica em pectina, não gerando quantidades apreciáveis de ácido láctico durante a fermentação, tendendo assim, a manter o pH ruminal mais alto (HATFIELD & WEIMER, 1995; HALL, 2000; LEIVA et al., 2000). A inclusão de óleo às dietas não alterou o valor de pH ruminal.

Tabela 22. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância do desdobramento da interação entre a fonte de carboidrato e inclusão de óleo sobre o valor de pH ruminal dos ovinos alimentados com as dietas experimentais.

Fonte de carboidrato	Óleo de girassol		CV ¹ (%)	Pr>F		
	0%	4,2%		FC ²	Óleo ³	FC*Óleo ⁴
FSDN	6,44aA	6,27aA	2,56	0,27	0,75	<0,01
Amido	6,22aB	6,35aA				

FSDN=fibra solúvel em detergente neutro; ¹CV = coeficiente de variação; ²FC = efeito da fonte de carboidrato; ³Efeito da inclusão de óleo; ⁴FC*Óleo = efeito da interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo.

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

Os valores de pH ruminal dos animais alimentados com as dietas experimentais foram superiores a 6,0 variando em média entre 6,22 a 6,44. Segundo HOOVER (1986) moderada redução no pH ruminal para valores próximos a 6,0, resulta em uma pequena diminuição na digestão da fibra, porém a população de micro-organismos fibrolíticos não é afetada. No entanto, decréscimo a valores de 5,5 a 5,0, resulta em depressão nas taxas de crescimento e redução dos micro-organismos fibrolíticos e a digestão da fibra pode ser completamente inibida.

Foi observado comportamento quadrático do tempo de colheita sobre os valores de pH ruminal e sobre as concentrações de N-NH₃ e dos ácidos acético, propiônico, butírico e total de AGCC. (Tabela 23).

Tabela 23. Médias, coeficientes de variação e contraste para os valores de pH ruminal, concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃), concentração molar dos ácidos graxos de cadeia curta, acético, propiônico e butírico, do total de ácidos graxos de cadeia curta (total AGCC) e da relação entre os ácidos acético e propiônico (acet/prop) do fluido ruminal dos ovinos alimentados com as dietas experimentais, nos diferentes tempos de colheita

Variável	Tempo (h)					CV ¹ (%)	Contraste*
	0	2	4	6	8		
pH	6,81	6,08	6,05	6,20	6,46	2,56	2 °G (p<0,05)
N-NH ₃ (mg/dL)	18,04	35,69	25,01	20,76	19,86	29,34	2 °G (p<0,05)
Acético (mM)	20,47	28,68	27,64	26,28	23,27	19,00	2 °G (p<0,05)
Propiônico (mM)	4,16	7,00	6,12	5,25	4,32	21,77	2 °G (p<0,05)
Butírico (mM)	2,84	4,62	4,10	3,61	2,98	23,95	2 °G (p<0,05)
Total AGCC (mM)	27,47	40,30	37,87	35,15	30,57	19,13	2 °G (p<0,05)
Relação Acet/prop	5,22	4,16	4,50	5,07	5,50	-	Ln (p<0,05)

FSDN= fibra solúvel em detergente neutro; *Efeito do tempo de colheita; ¹CV = coeficiente de variação; 2 °G=efeito quadrático; Ln=efeito linear.

Os menores valores de pH ruminal observados foram as 2 e 4 horas após a alimentação, acompanhada da crescente produção de ácidos graxos de cadeia curta, que pode ser explicada pela fermentação dos carboidratos rapidamente fermentáveis no rúmen provenientes das dietas, nos quais com o passar do tempo foram absorvidos pelo epitélio ruminal, promovendo assim aumento nos valores de pH ruminal, como pode ser observado nos horários de 6 e 8 horas após alimentação. Segundo KOZLOSKI (2009) as taxas de produção dos ácidos graxos de cadeia curta no rúmen variam com o tempo e com o tipo de alimento ingerido, alimentos concentrados proporcionam uma curva mais aguda com pico de produção ocorrendo em torno de 2 a 3 horas após a ingestão do alimento.

O pico de produção, e consequentemente de absorção, de N-NH_3 foi verificado 2 horas após a alimentação. Segundo KOZLOSKI (2009) a absorção de amônia é diretamente proporcional à sua concentração no rúmen e aumenta com a redução do pH do fluido ruminal, e como pode ser verificado menor valor de pH ruminal foi observado para os horários entre 2 e 4 horas após a alimentação (Figura 2).

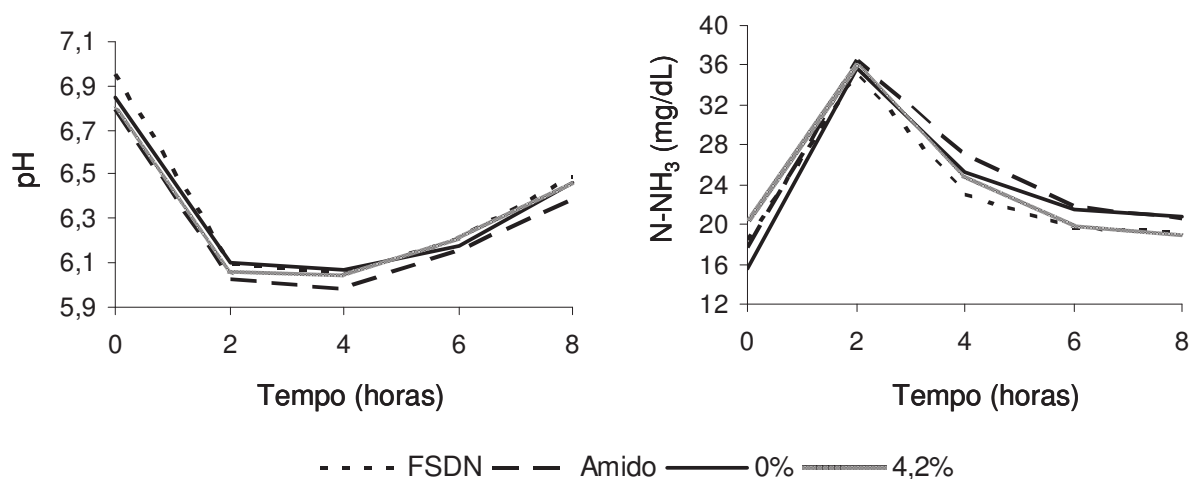


Figura 2. Evolução temporal do pH e da concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH_3), em mg/dL, no líquido ruminal dos ovinos alimentados com diferentes fontes de carboidratos solúveis em detergente neutro associadas ou não ao óleo de girassol.

A evolução temporal das concentrações dos principais ácidos graxos de cadeia curta produzidos no rúmen dos ovinos alimentados com fontes de carboidratos solúveis em detergente neutro associadas ou não ao óleo de girassol pode ser verificado na Figura 3.

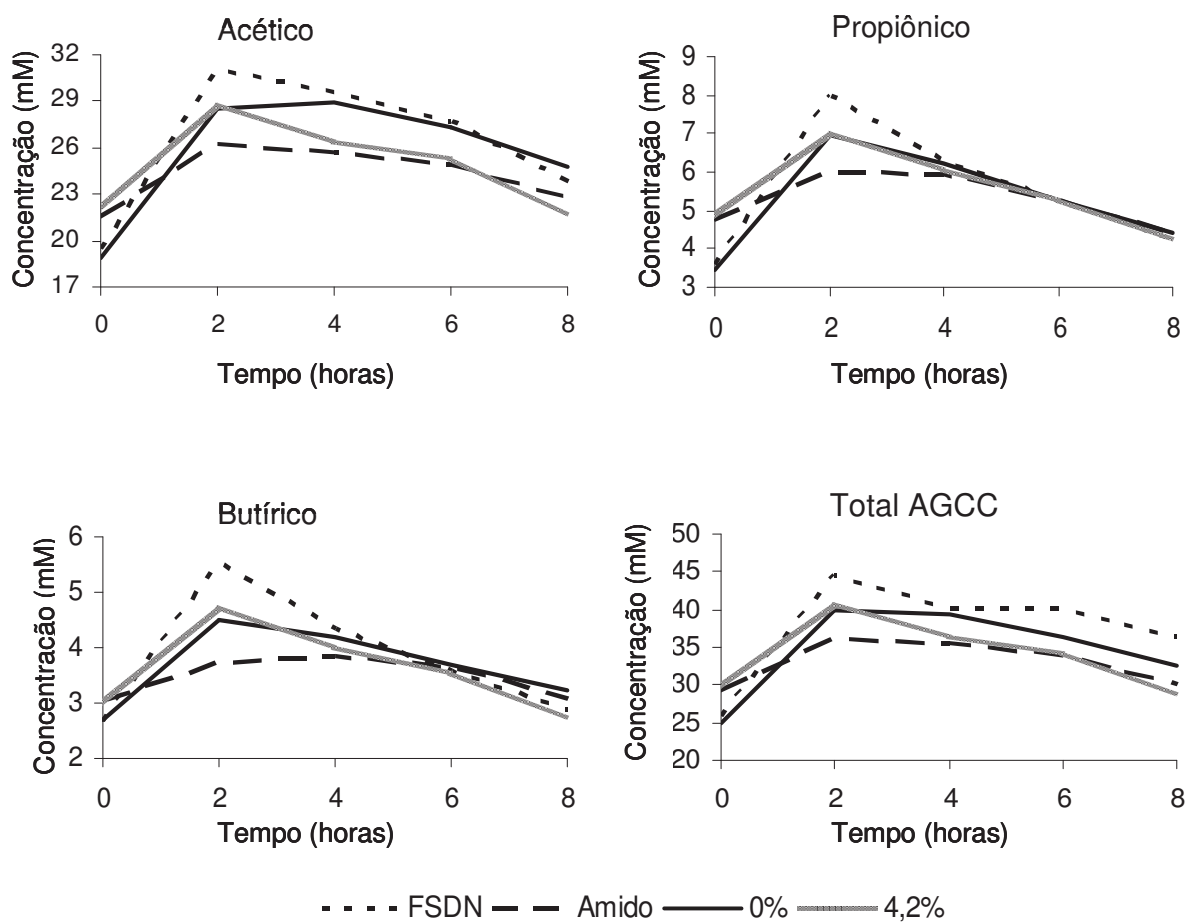


Figura 3. Evolução temporal da concentração molar (mM) dos ácidos graxos de cadeia curta acético, propiônico, butírico e do total dos AGCC no líquido ruminal dos ovinos alimentados com diferentes fontes de carboidratos solúveis em detergente neutro associadas ou não ao óleo de girassol.

O pico de produção dos principais ácidos graxos de cadeia curta no rúmen ocorreu às 2 h após a alimentação (Figura 3), coincidindo com os menores valores de

pH (Figura 2), com declínio de suas concentrações com o passar do tempo promovido por sua absorção pelo epitélio ruminal, haja vista que a taxa de absorção dos ácidos graxos de cadeia curta no rúmen é diretamente proporcional à concentração dos ácidos no fluido ruminal, pois quanto maior a concentração dos ácidos no fluido ruminal menor será o pH e maior será a absorção, favorecida pelo alto gradiente de concentração e pelo gradiente de pH existente entre o fluido ruminal e o sangue (KOZLOSKI, 2009).

Como pode ser observado as dietas ricas em fibra solúvel em detergente neutro proporcionaram maior produção dos principais ácidos graxos no rúmen, 2 horas após a alimentação, no entanto, diferença significativa foi observada apenas para a concentração do ácido butírico.

4.2.4 Taxa de diluição de fluidos no rúmen

As fontes de carboidratos solúveis em detergente neutro e a inclusão ou não de óleo às dietas não tiveram influência sobre o tempo médio de retenção ruminal (TMRR), o volume e o fluxo de líquido ruminal (Tabela 24).

Tabela 24. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância para o tempo médio de retenção ruminal (TMRR), o volume de fluido no rúmen e o fluxo do líquido ruminal dos ovinos alimentados com as dietas experimentais

Variável	Fonte de carboidrato		Óleo de girassol		CV ¹ (%)	Pr>F		
	FSDN	Amido	0%	4,2%		FC ²	Óleo ³	FC*óleo ⁴
TMRR (h)	7,93	10,04	8,37	9,60	31,94	0,19	0,42	0,06
Volume (L)	6,88	7,34	6,77	7,45	19,50	0,53	0,37	0,28
Fluxo (L/h)	1,02	0,83	0,92	0,92	18,70	0,06	0,98	0,06

FSDN=fibra solúvel em detergente neutro; ¹CV = coeficiente de variação; ²FC = efeito da fonte de carboidrato; ³Efeito da inclusão de óleo; ⁴FC*Óleo = efeito da interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo.

Houve interação significativa entre as fontes de carboidratos e a inclusão ou não de óleo de girassol sobre a taxa de diluição de fluidos no rúmen e sobre a taxa de reciclagem. A dieta rica em FSDN sem inclusão de óleo proporcionou maiores taxas de

diluição de fluidos e de reciclagem ruminal em comparação à dieta rica em amido sem inclusão de óleo (Tabela 25).

Tabela 25. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância do desdobramento da interação entre a fonte de carboidrato e inclusão de óleo sobre a taxa de diluição de fluidos no rúmen (K_1Co) e a taxa de reciclagem (REC), dos ovinos alimentados com as dietas experimentais

Variável	Fonte de carboidrato	Óleo de girassol		CV ¹ (%)	Pr>F		
		0%	4,2%		FC ²	Óleo ³	FC*Óleo ⁴
K_1Co (/h)	FSDN	0,18aA	0,13aA	27,76	0,09	0,75	0,04
	Amido	0,10aB	0,14aA				
REC (vezes/dia)	FSDN	4,43aA	3,07aA	27,76	0,09	0,75	0,04
	Amido	2,31aB	3,37aA				

FSDN=fibra solúvel em detergente neutro; ¹CV = coeficiente de variação; ²FC = efeito da fonte de carboidrato; ³Efeito da inclusão de óleo; ⁴FC*Óleo = efeito da interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo.

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

A maior taxa de diluição de fluidos (K_1Co) para os animais alimentados com a dieta rica em FSDN sem óleo pode explicar, com menor confiança, o valor de 2,11 horas a menos do TMRR e 0,19 L/h a mais no fluxo, observado para os animais alimentados com as dietas ricas em FSDN em comparação aos alimentados com as dietas ricas em amido, uma vez que quanto maior o K_1Co menor será o TMRR e maior será o fluxo como pode ser observado nas fórmulas (13 e 15). Segundo OWENS & GOETSCH (1988) existe uma relação positiva entre a eficiência de síntese microbiana e a taxa de diluição no rúmen, o aumento da taxa de diluição favorece o desenvolvimento de micro-organismos que se dividem mais rapidamente e possuem maior eficiência de utilização de ATP.

Os valores de volume ruminal variaram de 6,77 a 7,45 litros, valores próximos foram obtidos por MUDGAL et al. (1982), que avaliaram a alimentação de ovinos com alfafa peletizada e obtiveram valores para o volume ruminal que variou de 6,1 a 7,4 litros. Valores inferiores foram observados por COLLUCCI et al. (1990) que avaliaram a cinética da taxa de passagem da fase líquida de diferentes relações volumoso/concentrado na alimentação de ovinos submetidos à alta e baixa ingestão de alimentos, e reportaram valores que variaram de 4,67 a 6,59 litros. FRANZOLIN et al.

(2000), avaliaram a substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar na alimentação de ovinos e verificaram valores para volume ruminal que variaram de 4,8 e 5,7 litros e taxas de diluição de fluidos (K_1Co) que variaram de 0,109 a 0,110/h, valores inferiores aos observados no presente estudo.

O tempo médio de retenção ruminal (TMRR) variou de 7,93 a 10,04 horas e o fluxo de líquido ruminal variou de 0,83 a 1,02 L/h, valores superiores para o TMRR e consequentemente valores inferiores para o fluxo de líquido ruminal foram observados por COLLUCCI et al. (1990) que verificaram valores que variaram de 9,09 a 19,08 horas para o TMRR e de 0,25 a 0,66 L/h para o fluxo de líquido ruminal, em ovinos alimentados com diferentes relações volumoso/concentrado.

4.2.5 Produção de Metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2)

As diferentes fontes de carboidratos solúveis em detergente neutro não influenciaram na produção de CH_4 , de CO_2 e volume total de gases produzidos *in vitro* (Tabela 26).

Tabela 26. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância para a produção de gás metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2) e volume total de gás produzido *in vitro*, em mL/g de MS incubada, no líquido ruminal dos ovinos alimentados com as dietas experimentais

Variável (mL/g de MS)	Fonte de carboidrato		Óleo de girassol		CV ¹ (%)	Pr>F		
	FSDN	Amido	0%	4,2%		FC ²	Óleo ³	FC*óleo ⁴
CH_4	14,58	12,50	16,56	10,51	34,06	0,40	0,04	0,24
CO_2	43,91	37,92	46,39	35,45	38,29	0,47	0,21	0,41
Volume total	64,36	50,78	67,84	47,30	37,90	0,26	0,11	0,74

FSDN=fibra solúvel em detergente neutro; ¹CV = coeficiente de variação; ²FC = efeito da fonte de carboidrato; ³Efeito da inclusão de óleo; ⁴FC*Óleo = efeito da interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo.

As diferentes fontes de carboidratos não diferiram quanto a produção de CH_4 , provavelmente devido ao alto coeficiente de variação que não permitiu que fossem observadas diferenças. Com menor confiança ($p=0,40$), pode ser observado que as dietas ricas em FSDN promoveu produção de 2,08 mL de CH_4 /g de MS a mais que as

dietas ricas em amido, devido provavelmente aos diferentes padrões de fermentação ruminal das fontes de carboidratos. ORSKOV et al. (1968) inferiu que menor produção de CH_4 , aumento na produção de propionato e diminuição na relação acetato/propionato foram observados em ruminantes alimentados à vontade com rações ricas em amido.

A inclusão de óleo às dietas reduziu significativamente a produção de metano, e reduziu com menor confiança em 10,94 unidades a produção de CO_2 e em 20,54 unidades a produção total de gases. Segundo BEAUCHEMIN et al. (2008) e PATRA (2011), a suplementação dietética com lipídios reduz a produção de CH_4 por influenciar a fermentação da matéria orgânica, a atividade das bactérias metanogênicas, o número de protozoários e reduz a disponibilidade de H_2 livre para a produção de CH_4 pelas bactérias metanogênicas por meio da biohidrogenação de ácidos graxos insaturados.

As probabilidades do teste F na análise de variância para a produção de gases *in vitro* entre os ingredientes componentes das dietas experimentais encontram-se na Tabela 27.

Tabela 27. Probabilidade do teste F na análise de variância para a produção de metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2) e volume total de gases produzidos *in vitro* dos ingredientes das dietas experimentais

Estatística	Produção de gases		
	CH_4	CO_2	Volume Total
F p/ ingrediente	0,05	<0,01	<0,01
F p/ período	<0,01	<0,01	<0,01
F p/ interação ingrediente*período	<0,01	<0,01	<0,01
Esfericidade ¹	0,02	0,02	<0,01
Estrutura ²	TOEP	UN	FA(1)

¹ Teste χ^2 para esfericidade da matriz Σ .

² Estrutura de covariância utilizada. TOEP= Toeplitz; UN= Unstructured; FA(1)= Factor Analytic.

Para as variáveis avaliadas a condição de esfericidade da matriz Σ foi rejeitada ($p < 0,05$) e a estrutura da matriz Σ que melhor ajustou aos dados foi a TOEP (Toeplitz), UN (Unstructured) e FA (1) (Factor Analytic) para a produção de CH_4 , CO_2 e volume total dos gases, respectivamente.

Os valores médios da produção de metano, dióxido de carbono e volume total de gases dos ingredientes componentes das rações experimentais podem ser observados na Tabela 28.

Tabela 28. Médias e valores de P da análise de variância da produção de gás metano (CH₄), do dióxido de carbono (CO₂), e do volume total de gás produzido *in vitro*, em mL/g MS incubada, dos ingredientes das dietas experimentais

Variável (mL/g MS)	Ingredientes					Pr>F
	Polpa cítrica	Milho	Casca de soja	Farelo de girassol	Silagem de milho	
CH ₄	10,47	8,38	8,69	9,66	11,03	0,05
CO ₂	43,31a	35,90b	29,79c	37,14b	31,88bc	<0,01
Volume Total	50,07a	45,30bc	38,27c	49,50ab	45,72bc	<0,01

FSDN= fibra solúvel em detergente neutro; Pr>F = Efeito dos Ingredientes. CV = coeficiente de variação.
Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey (p>0,05).

Não foram observadas diferenças para a produção de CH₄ entre os ingredientes. No entanto, com menor confiança (p=0,05) pode ser observado que silagem de milho e a polpa cítrica foram os ingredientes com maior potencial de produção de CH₄, o que pode ser explicado pelo tipo de fermentação desses ingredientes. A polpa cítrica, que é rica em pectina, possui fermentação predominantemente acética, e a produção de CH₄ é diretamente proporcional a produção de acetato (KOZLOSKI, 2009).

A produção de CO₂ foi significativamente maior para a polpa cítrica e menor para a casca de soja. Maior volume total de gases produzidos foi observado para a polpa cítrica em comparação ao milho, casca de soja e silagem de milho.

Valores superiores aos observados para a produção de CH₄ dos ingredientes casca de soja e milho e inferior para o farelo de girassol foi verificado por LEE et al. (2003) que avaliaram a produção de gás *in vitro* de diversos ingredientes em 24 horas de incubação e verificaram valores da produção de CH₄ para a casca de soja, milho e farelo de girassol, de 11,12; 10,33; e 5,32 mL CH₄ em 0,2 gramas de MS incubada, respectivamente.

4.3 Ensaio de desempenho e características quantitativas da carcaça e qualitativas da carne

Não foram observadas diferenças significativas para os dias de confinamento, ganho em peso médio diário, consumo de matéria seca e conversão alimentar dos ovinos alimentados com fontes de carboidratos solúveis em detergente neutro associados ou não ao óleo de girassol (Tabela 29). Não houve interação significativa entre as fontes de carboidrato e a inclusão de óleo para as variáveis avaliadas.

Tabela 29. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância para os dias de confinamento (DC), consumo de matéria seca (CMS), ganho de peso médio diário (GPMD), e conversão alimentar (CA) dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais

Variável	Fonte de carboidrato		Óleo de girassol		CV ¹ (%)	Pr>F		
	FSDN	Amido	0%	4,2%		FC ²	Óleo ³	FC*Óleo ⁴
DC (dias)	65,17	64,08	66,42	62,83	25,65	0,87	0,60	0,97
CMS (kg/dia)	1,21	1,15	1,20	1,15	10,50	0,22	0,36	0,80
CMS (%PC)	4,48	4,30	4,50	4,27	7,18	0,17	0,09	0,23
CMS (g/kg ^{0,75} /dia)	96,74	92,18	96,84	92,08	7,45	0,13	0,11	0,44
GPMD (g/dia)	257,0	272,0	258,0	272,0	16,82	0,39	0,47	0,53
CA (kg MS/kg ganho)	4,97	4,38	4,86	4,49	12,05	0,02	0,12	0,15

FSDN = fibra solúvel em detergente neutro; ¹CV = coeficiente de variação; ²FC = efeito da fonte de carboidrato; ³Efeito da inclusão de óleo; ⁴FC*Óleo = efeito da interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo.

O consumo médio de matéria seca de 4,38% do PC foi semelhante à média observada por BUENO et al. (2004) de 4,4% do PC para ovinos alimentados com diferentes níveis de substituição da polpa cítrica pelo milho e por YAMAMOTO et al. (2005) de 4,26% PC para ovinos alimentados com diferentes fontes de óleo vegetal.

A média do ganho de peso diário de 264,9 g/dia foi próximo ao obtido por RODRIGUES et al. (2008b) para os ovinos Santa Inês alimentados com 33% de polpa cítrica em substituição ao milho de 267,0 g/dia e por BUENO et al. (2004) para ovinos da raça Santa Inês alimentados com diferentes níveis de substituição da polpa cítrica pelo milho de 267,7 g/ dia.

Foi observada diferença na conversão alimentar dos cordeiros alimentados com as diferentes fontes de carboidratos, obtendo os animais alimentados com as dietas

com alto teor de amido melhor conversão (4,38). RODRIGUES et al. (2008b) substituíram o milho pela polpa cítrica em diferentes níveis de inclusão até a substituição total e verificaram que esta substituição piorou a conversão alimentar. No entanto, BUENO et al. (2004), não observaram alterações na conversão alimentar de cordeiros alimentados com rações contendo diferentes níveis de inclusão de polpa cítrica.

Não foram observadas diferenças significativas para as medidas morfométricas *in vivo* dos cordeiros confinados alimentados com as dietas experimentais (Tabela 30).

Tabela 30. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância para as medidas morfométricas *in vivo* dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais

Variável	Fonte de carboidrato		Óleo de girassol		CV ¹ (%)	Pr>F		
	FSDN	Amido	0%	4,2%		FC ²	Óleo ³	FC*Óleo ⁴
Compri. corporal (cm) ⁵	59,67	61,33	59,83	61,18	4,83	0,18	0,28	0,41
Altura do dorso (cm)	60,79	60,72	60,53	60,97	4,17	0,94	0,67	0,92
Largura tórax (cm)	20,86	20,42	20,51	20,77	3,96	0,21	0,43	0,81
Largura garupa (cm)	22,39	22,08	22,22	22,25	4,65	0,47	0,95	0,83
Perímetro tórax (cm)	74,62	74,42	75,08	73,96	2,24	0,76	0,12	0,86
Perímetro coxa (cm)	35,58	36,50	35,75	36,33	6,50	0,35	0,55	0,93
Compri. perna (cm) ⁶	32,33	32,50	32,58	32,25	3,83	0,75	0,52	0,20
Condição corporal ⁷	3,37	3,37	3,33	3,42	10,30	0,99	0,56	0,24
C.C. (kg/cm) ⁸	0,57	0,56	0,56	0,58	4,94	0,76	0,12	0,18

FSDN=fibra solúvel em detergente neutro; ¹CV = coeficiente de variação; ²FC = efeito da fonte de carboidrato; ³Efeitos da inclusão de óleo; ⁴FC*Óleo = efeito da interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo;

⁵comprimento corporal; ⁶comprimento da perna; ⁷1= muito magra; 2 = magra; 3 = normal; 4 = gorda; 5 = muito gorda; ⁸C.C. = compacidade corporal.

Os valores médios para os escores da condição corporal entre 3,33 e 3,42 e índice de compacidade corporal entre 0,56 a 0,58 kg/cm demonstrou que os animais apresentaram bom desenvolvimento muscular, pois segundo YÁÑEZ et al. (2004), a compacidade corporal é um índice que estima objetivamente a conformação nos animais vivos, a partir dos valores de peso corporal e comprimento corporal, considerados de fácil determinação, indicando que quanto maior a compacidade corporal, maior será a proporção de músculos e gordura no animal.

O comprimento corporal variou de 59,67 a 61,33 cm, valores próximos aos observados por PINHEIRO et al. (2007) que obtiveram valores de 60,0 e 61,0 cm para

cordeiros, 7/8 Ile de France 1/8 Ideal, terminados em confinamento, alimentados com diferentes relações volumoso/concentrado, abatidos aos 32 kg de peso corporal.

Não foram observadas diferenças significativas para os pesos e rendimentos do sangue, cabeça, patas, esôfago, língua, aparelho respiratório + traquéia, coração, fígado, rins, gordura perirrenal, trato gastrointestinal vazio (TGI vazio), estômago (rúmen, retículo, omaso e abomaso), intestinos (delgado e grosso), gordura mesentérica e omental e aparelho reprodutor com bexiga (Tabela 31).

Não houve efeito ($p < 0,05$) da interação entre as fontes de carboidratos e a inclusão de óleo (0% e 4,2%) para as variáveis avaliadas.

Houve influência do tipo de carboidrato sobre o peso e consequentemente sobre o rendimento do baço, proporcionando às dietas com alto teor de fibra solúvel menor peso e rendimento em comparação as dietas com alto teor de amido.

A inclusão de óleo às dietas promoveu menor peso e rendimento de pele e de fígado, em comparação às dietas sem a inclusão de óleo. As diferenças no peso da pele podem ter ocorrido devido às características dos animais pois alguns animais eram mais lanados que outro. A pele foi o componente que obteve maior rendimento em relação aos demais, este componente, segundo SIQUEIRA et al. (2001), apresenta um expressivo valor numérico nos não componentes, e sofre substancial oscilação.

Resultados semelhantes ao do presente trabalho foram observados por SILVA et al. (2009) que abateram ovinos ($\frac{1}{2}$ Santa Inês $\frac{1}{2}$ Dorper) aos 35 kg e verificaram valores de 0,065 kg para o baço e de 0,156 kg para o coração, e valores superiores para o fígado de 0,781 kg e para os rins de 0,102 kg.

Segundo FERREIRA et al. (2000), o coração e os pulmões são órgãos que mantêm sua integridade por serem prioritários na utilização de nutrientes, independentemente do nível de alimentação, o que pode explicar a ausência de diferença para os rendimentos do coração e do aparelho respiratório.

Tabela 31. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância para os pesos e rendimentos, em relação ao peso corporal ao abate, dos não componentes da carcaça dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais

Peso (kg)	Fonte de carboidrato		Óleo de girassol		CV ¹ (%)	Pr>F		
	FSDN	Amido	0%	4,2%		FC ²	Óleo ³	FC*Óleo ⁴
PCA	34,33	34,39	34,22	34,50				
Sangue	1,41	1,36	1,40	1,36	7,5	0,22	0,30	0,10
Cabeça	1,73	1,78	1,74	1,77	6,29	0,24	0,57	0,05
Patas	0,78	0,79	0,79	0,77	6,89	0,63	0,32	0,79
Pele	2,14	2,28	2,33	2,09	10,52	0,16	0,02	0,20
Esôfago	0,05	0,05	0,06	0,05	17,72	0,68	0,05	0,41
Língua	0,07	0,08	0,07	0,08	12,28	0,06	0,51	0,28
Apa. respi.+ traqueia ⁵	0,92	0,99	0,97	0,94	12,55	0,17	0,63	0,15
Coração	0,14	0,15	0,14	0,15	11,10	0,62	0,46	0,33
Fígado	0,60	0,62	0,63	0,59	6,00	0,32	0,03	0,52
Baço	0,06	0,07	0,07	0,07	11,91	0,01	0,79	0,20
Rins	0,09	0,09	0,09	0,09	10,44	0,99	0,67	0,67
Gordura Perirrenal	0,38	0,30	0,32	0,36	34,28	0,13	0,50	0,24
TGI vazio ⁶	2,37	2,49	2,41	2,44	8,60	0,17	0,72	0,95
Estômago ⁷	1,03	1,07	1,05	1,04	10,40	0,37	0,72	0,59
Intestinos ⁸	1,34	1,42	1,36	1,40	10,83	0,20	0,45	0,77
GOM + ME ⁹	1,46	1,30	1,40	1,36	17,41	0,13	0,75	0,06
Apa.respi.+ bexiga ¹⁰	0,55	0,54	0,53	0,56	14,83	0,88	0,43	0,92
Rendimento (%)								
Sangue	4,10	3,95	4,11	3,94	7,9	0,24	0,22	0,14
Cabeça	5,05	5,20	5,10	5,14	6,82	0,30	0,80	0,08
Patas	2,26	2,29	2,32	2,24	6,61	0,63	0,19	0,69
Pele	6,24	6,63	6,81	6,06	11,12	0,19	0,02	0,25
Esôfago	0,16	0,16	0,17	0,15	17,65	0,70	0,05	0,45
Língua	0,21	0,23	0,22	0,22	11,96	0,06	0,60	0,29
Apa. respi.+ traqueia ⁵	2,69	2,88	2,83	2,73	11,67	0,16	0,46	0,13
Coração	0,42	0,43	0,42	0,43	10,45	0,61	0,54	0,32
Fígado	1,76	1,79	1,83	1,72	5,90	0,36	0,01	0,61
Baço	0,17	0,20	0,19	0,19	11,36	0,01	0,63	0,18
Rins	0,26	0,26	0,26	0,26	10,62	0,98	0,81	0,61
Gordura Perirrenal	1,11	0,89	0,95	1,04	35,20	0,14	0,53	0,27
TGI vazio ⁶	6,90	7,23	7,05	7,08	7,60	0,14	0,90	0,91
Estômago ⁷	2,99	3,10	3,08	3,01	9,74	0,38	0,55	0,54
Intestinos ⁸	3,90	4,13	3,96	4,07	9,90	0,18	0,54	0,76
GOM + ME ⁹	4,26	3,79	4,09	3,96	18,42	0,14	0,70	0,08
Apa.respi.+ bexiga ¹⁰	1,60	1,59	1,56	1,63	16,2	0,91	0,51	0,84

FSDN = fibra solúvel em detergente neutro; ¹CV = coeficiente de variação; ²FC = efeito da fonte de carboidrato; ³Efeito da inclusão de óleo; ⁴FC*Óleo = efeito da interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo.

⁵Aparelho respiratório com traquéia; ⁶Trato gastrointestinal vazio; ⁷Estômago = rúmen, retículo, omaso e abomaso; ⁸Intestinos delgado + grosso; ⁹gordura omental e mesentérica; ¹⁰Aparelho reprodutor com bexiga vazia.

A carcaça é o componente do peso vivo de maior valor comercial, entretanto, os demais componentes chamados de não componentes da carcaça representam uma parte significativa do peso corporal, de alto valor nutricional, sendo muitas das vezes desprezada (SILVA SOBRINHO, 2001). Segundo COSTA et al. (2007), os órgãos e vísceras possuem baixo valor comercial, individualmente, no entanto, se usados como matéria-prima na elaboração de pratos típicos ou embutidos, permitem agregar valor à unidade de produção ou de abate, aumentando assim, o retorno econômico para os produtores de cordeiros, podendo alcançar valores equivalentes ao da carne ovina, sendo importante conhecer os rendimentos destes constituintes e suas possibilidades de utilização.

Foi observada interação significativa entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo sobre o peso do corpo vazio (Tabela 32). A inclusão de óleo associado à dieta rica em FSDN proporcionou maior peso do corpo vazio que os animais alimentados com a dieta rica em amido. O peso do corpo vazio é o peso corporal ao abate descontado do conteúdo gastrintestinal, e está relacionado com o rendimento verdadeiro, que é obtido pela relação entre o peso da carcaça quente e o PCV. Embora a dieta rica em FSDN 4,2% tenha proporcionado maior PCV essa diferença não influenciou no rendimento verdadeiro da carcaça.

Tabela 32. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância do desdobramento da interação entre a fonte de carboidrato e inclusão de óleo sobre o peso do corpo vazio (PCV), em kg

Fonte de carboidrato	Óleo de girassol		CV ¹ (%)	Pr>F		
	0%	4,2%		FC ²	Óleo ³	FC*Óleo ⁴
FSDN	29,72aA	30,70aA	2,69	0,54	0,77	0,02
Amido	30,40aA	29,62aB				

FSDN=fibra solúvel em detergente neutro; ¹CV = coeficiente de variação; ²FC = efeito da fonte de carboidrato; ³Efeito da inclusão de óleo; ⁴FC*Óleo = efeito da interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo.

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

Não foram observadas diferenças significativas entre as perdas de peso ao jejum (PJ), pesos da carcaça quente (PCQ), pesos da carcaça fria (PCF), perdas por resfriamento (PPR), rendimentos de carcaça quente (RCQ), rendimentos de carcaça fria (RCF), rendimentos verdadeiro (RV), nas medidas de área de olho-de-lombo (AOL),

espessura máxima de gordura (medida GR) e espessura mínima de gordura (medida C) dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais (Tabela 33). Não foi observada interação significativa entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo (0% e 4,2%) para as variáveis avaliadas.

Tabela 33. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância para as perdas ao jejum (PJ), peso da carcaça quente (PCQ), peso da carcaça fria (PCF), perdas de peso por resfriamento (PPR), rendimentos de carcaça quente (RCQ), rendimento de carcaça fria (RCF) e rendimento verdadeiro (RV) da carcaça dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais

Variável	Fonte de carboidrato		Óleo de girassol		CV ¹ (%)	Pr>F		
	FSDN	Amido	0%	4,2%		FC ²	Óleo ³	FC*Óleo ⁴
PJ (kg)	4,01	4,06	4,49	3,58	26,05	0,91	0,05	0,50
PCQ (kg)	16,37	16,26	16,18	16,45	2,87	0,57	0,18	0,25
PCF (kg)	15,90	15,79	15,70	15,98	2,91	0,55	0,16	0,22
PPR (%)	2,89	2,93	2,96	2,86	7,47	0,71	0,32	0,28
RCQ (%)	47,70	47,31	47,30	47,72	3,35	0,55	0,53	0,46
RCF (%)	46,32	45,93	45,90	46,35	3,42	0,54	0,49	0,43
RV (%)	54,19	54,21	53,84	54,57	2,94	0,97	0,27	0,21
AOL (cm ²) ⁵	14,26	13,98	14,68	13,56	11,13	0,67	0,10	0,57
Medida GR (mm) ⁶	6,00	5,71	5,21	6,50	28,72	0,67	0,07	0,80
Medida C (mm) ⁷	3,75	3,54	3,82	3,48	23,43	0,55	0,34	0,30

FSDN = fibra solúvel em detergente neutro; ¹CV = coeficiente de variação; ²FC = efeito da fonte de carboidrato; ³Efeito da inclusão de óleo; ⁴FC*Óleo = efeito da interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo.

⁵AOL = área de olho-de-lombo estimada pela fórmula: $(A/2 \times B/2)\pi$; ⁶Medida GR = espessura máxima de gordura de cobertura sobre o perfil do lombo; ⁷Medida C = espessura mínima de gordura de cobertura sobre o músculo *Longissimus lumborum*.

Não foram observadas diferenças ($p=0,05$) para as perdas ao jejum (PJ) nos cordeiros alimentados com as diferentes dietas. Com menor confiança, foi verificado que a inclusão de óleo proporcionou uma menor perda de peso ao jejum, de 0,91 kg, em comparação às dietas sem inclusão de óleo o que refletiu no peso corporal ao abate, pois os animais alimentados com as dietas com inclusão de 4,2% de óleo tiveram 0,28 kg a mais de PCA (34,5 kg) em comparação os alimentados com as dietas sem óleo (34,22 kg).

A medida de espessura máxima de gordura (GR) sobre perfil do lombo não foi influenciada pela inclusão de 4,2% de óleo de girassol. No entanto, com menor confiança ($p=0,07$), pode ser observado que a inclusão de óleo as dietas proporcionou

aumento de 1,29 mm na medida GR em comparação a não inclusão de óleo as dietas. Segundo SILVA SOBRINHO & OSÓRIO (2008), a gordura de cobertura é uma das principais características da qualidade da carcaça, evitando perdas e queima pelo frio, além de determinar boas características sensoriais, influenciando na maciez e suculência da carne, e no caso dos ovinos, no aroma e no sabor.

O valor médio observado de 46,1% para o rendimento da carcaça fria (RCF), foi semelhante ao observado por CUNHA et al. (2008) que incluíram diferentes níveis de caroço de algodão integral na dieta de ovinos, e obtiveram valor médio de 46,6%, no entanto, foi inferior ao valor obtido por RODRIGUES et al. (2008a) que substituíram o milho pela polpa cítrica em níveis crescentes e obtiveram valor médio de rendimento de 48,8%. O rendimento de carcaça fria é uma informação importante, pois representa a rentabilidade da porção comestível.

Os valores para a área de olho-de-lombo (AOL) obtidos variaram de 13,56 a 14,68 cm² para ovinos abatidos aos 35 kg de peso corporal. Valor inferior foi verificado por RODRIGUES et al. (2008a) que estudaram a substituição do milho pela polpa cítrica em dietas para ovinos Santa Inês abatidos aos 33 kg de peso corporal e obtiveram valor médio para a AOL de 12,57 cm². Porém URANO et al. (2006) obtiveram valores superiores para AOL, de 14,5 a 15,5 cm², nas carcaças de cordeiros abatidos aos 35 kg de peso corporal alimentados com diferentes níveis de inclusão de grão de soja e alto teor de concentrado (90%). A área de olho-de-lombo (AOL) é uma medida importante, pois está associada ao desenvolvimento muscular refletindo na composição cárnea da carcaça.

Segundo SILVA SOBRINHO (2001) as carcaças podem ser classificadas quanto à cobertura de gordura no músculo *Longissimus lumborum*, atribuindo-lhes escores de 1 a 5, sendo: escore 1 (gordura ausente); escore 2 (gordura escassa, de 1 a 2 mm de espessura); escore 3 (gordura mediana, de 2 a 5 mm de espessura); escore 4 (gordura uniforme, 5 a 10 mm de espessura) e escore 5 (gordura excessiva, acima de 10 mm de espessura). Assim, as carcaças dos animais do presente trabalho podem ser classificadas com escore 3, gordura mediana, possuindo variação de 3,48 a 3,75 mm de espessura de gordura sobre o músculo *Longissimus lumborum*. Valor inferior foi

observado por RODRIGUES et al. (2008a), que alimentaram ovinos com diferentes níveis de substituição do milho pela polpa cítrica, abatidos aos 33 kg de peso corporal e obtiveram valor para espessura de gordura de 1,65 mm.

As fontes de carboidratos solúveis em detergente neutro e a inclusão de óleo não influenciaram na conformação e acabamento das carcaças, no comprimento interno, no comprimento da perna, no perímetro da coxa, no perímetro da garupa, na largura do tórax, na profundidade do tórax, no perímetro do tórax e nas compacidades da carcaça e da perna (Tabela 34). As fontes de carboidratos promoveram diferenças para as medidas do comprimento externo, com maior valor para os animais alimentados com a dieta rica em amido.

Tabela 34. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância para as medidas morfológicas da carcaça dos ovinos alimentados com as dietas experimentais

Variável	Fonte de carboidrato		Óleo de girassol		CV ¹ (%)	Pr>F		
	FSDN	Amido	0%	4,2%		FC ²	Óleo ³	FC*Óleo ⁴
Conformação	3,54	3,50	3,54	3,50	12,63	0,82	0,82	0,26
Acabamento	3,42	3,42	3,29	3,54	10,17	1,00	0,09	0,56
Compri. externo ⁵ (cm)	58,75	60,25	59,58	59,42	2,84	0,04	0,81	0,16
Compri. Interno ⁶ (cm)	58,92	59,17	59,12	58,96	2,36	0,66	0,77	0,77
Compri. perna ⁷ (cm)	35,87	36,02	36,12	35,77	4,18	0,81	0,57	0,22
Perímetro coxa (cm)	38,12	37,61	37,64	38,08	4,07	0,43	0,49	0,09
Perímetro garupa (cm)	58,50	59,28	58,90	58,88	2,98	0,29	0,98	0,42
Largura do tórax (cm)	23,93	23,46	23,59	23,80	5,40	0,37	0,69	0,16
Profun. do tórax ⁸ (cm)	25,77	26,01	26,16	25,62	4,13	0,58	0,23	0,29
Perímetro tórax (cm)	71,33	70,14	70,96	70,52	1,96	0,05	0,44	0,18
C. carcaça ⁹ (kg/cm)	0,27	0,27	0,26	0,27	3,84	0,48	0,22	0,45
C. da perna ¹⁰ (kg/cm)	8,24	8,36	8,50	8,10	7,32	0,65	0,12	0,41

FSDN = fibra solúvel em detergente neutro; ¹CV = coeficiente de variação; ²FC = efeito da fonte de carboidrato; ³Efeito da inclusão de óleo; ⁴FC*Óleo = efeito da interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo.

⁵comprimento externo; ⁶comprimento interno; ⁷comprimento da perna; ⁸profundidade do tórax; ⁹compacidade da carcaça; ¹⁰compacidade da perna.

A conformação da carcaça expressa o desenvolvimento das massas musculares e, segundo SAINZ (2000), é uma medida indireta do desenvolvimento da massa muscular, sendo influenciada pelo teor de gordura de cobertura corporal. Uma conformação adequada indica desenvolvimento proporcional das distintas regiões anatômicas da carcaça e as melhores conformações são alcançadas quando as partes

de maior valor comercial estão bem pronunciadas (OLIVEIRA et al., 2002), na qual a carcaça assume formatos mais convexos. A melhor conformação representa a maior quantidade de músculo e maior relação músculo/osso, sendo a proporção destes tecidos na carcaça determinante do valor econômico da mesma, que é influenciada pelo peso corporal, cobertura de gordura, grau de desenvolvimento, sexo e sistema de alimentação (OSÓRIO & OSÓRIO, 2005).

Houve interação significativa entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo para a variável largura da garupa (Tabela 35), com menor valor para os animais alimentados com a dieta rica em FSDN associada a 4,2% de óleo de girassol. Resultado esse difícil de ser explicado, pois esperava-se mesmo comportamento para o perímetro da garupa, pois esta medida não diferiu entre os animais alimentados com as diferentes dietas.

Tabela 35. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância do desdobramento da interação entre a fonte de carboidrato e inclusão de óleo sobre a largura da garupa (cm) dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais

Fonte de carboidrato	Óleo de girassol		CV ¹ (%)	Pr>F		
	0%	4,2%		FC ²	Óleo ³	FC*Óleo ⁴
FSDN	20,95 aA	19,18 bA	4,62	0,72	0,05	0,02
Amido	20,10 aA	20,30 aA				

FSDN=fibra solúvel em detergente neutro; ¹CV = coeficiente de variação; ²FC = efeito da fonte de carboidrato; ³Efeito da inclusão de óleo; ⁴FC*Óleo = efeito da interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo.

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

Valores superiores aos observados no presente estudo, para o perímetro da garupa e largura da garupa foram verificados por MORENO (2008) de 63,74 cm e 24,20 cm, respectivamente, provavelmente pela raça Ile de France utilizada, especializada para a produção de carne, com maior deposição de massa muscular na região posterior.

As fontes de carboidratos e a inclusão de óleo não influenciaram nos percentuais dos cortes da carcaça (pescoço, paleta, costelas, lombo e perna) (Tabela 36), o que pode ser explicado pela lei da harmonia anatômica (BOCCARD & DUMONT, 1960), pois carcaças com pesos similares apresentam praticamente todas as regiões corporais

em proporções semelhantes, qualquer que seja a conformação considerada. Não houve efeito da interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo para as variáveis avaliadas.

Tabela 36. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância para os pesos e porcentagens dos cortes comerciais da meia carcaça fria esquerda dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais

Peso (kg)	Fonte de carboidrato		Óleo de girassol		CV ¹ (%)	Pr>F		
	FSDN	Amido	0%	4,2%		FC ²	Óleo ³	FC*Óleo ⁴
Pescoço	0,79	0,79	0,80	0,78	13,75	0,97	0,66	0,16
Paleta	1,53	1,49	1,51	1,52	4,95	0,16	0,77	0,81
Lombo	1,10	1,03	1,08	1,05	11,29	0,15	0,45	0,75
Perna	2,44	2,42	2,42	2,45	6,46	0,70	0,63	0,49
Rendimento (%)								
Pescoço	9,86	10,07	10,13	9,80	12,15	0,91	0,49	0,22
Paleta	19,08	18,91	19,00	18,98	4,10	0,59	0,93	0,16
Lombo	13,69	13,10	13,68	13,11	9,74	0,25	0,27	0,91
Costelas	26,90	27,32	26,68	27,54	4,87	0,53	0,16	0,07
Perna	30,40	30,82	30,48	30,73	5,84	0,65	0,82	0,11

FSDN = fibra solúvel em detergente neutro; ¹CV = coeficiente de variação; ²FC = efeito da fonte de carboidrato; ³Efeito da inclusão de óleo; ⁴FC*Óleo = efeito da interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo.

A perna foi o corte de maior peso e rendimento, pois é o corte onde estão depositadas as maiores massas musculares e assim a maior parte da porção comestível. Foi observada interação significativa entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo sobre o peso das costelas dos cordeiros (Tabela 37). A inclusão de óleo associado à dieta rica em FSDN promoveu aumento no peso das costelas, no entanto, essa diferença de peso não teve influencia no rendimento das costelas.

Tabela 37. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância do desdobramento da interação entre a fonte de carboidrato e inclusão de óleo sobre o peso das costelas (kg) dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais

Fonte de carboidrato	Óleo de girassol		CV ¹ (%)	Pr>F		
	0%	4,2%		FC ²	Óleo ³	FC*Óleo ⁴
FSDN	2,06bA	2,17aA	5,63	0,71	0,13	0,02
Amido	2,17aA	2,12aA				

FSDN=fibra solúvel em detergente neutro; ¹CV = coeficiente de variação; ²FC = efeito da fonte de carboidrato; ³Efeito da inclusão de óleo; ⁴FC*Óleo = efeito da interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo.

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

Não foram observadas diferenças significativas para as medidas de pH e cor aos 45 min e 24 horas após o abate, na carne dos cordeiros (Tabela 38). Não houve efeito da interação ($p>0,05$) entre fonte de carboidrato e inclusão de óleo para as variáveis de pH e cor avaliadas.

Tabela 38. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância para a cor e pH (45 min e 24 horas após o abate) da carne dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais

Variável	Fonte de carboidrato		Óleo de girassol		CV ¹ (%)	Pr>F		
	FSDN	Amido	0%	4,2%		FC ²	Óleo ³	FC*Óleo ⁴
pH (45min)	6,19	6,25	6,23	6,21	2,71	0,46	0,69	0,41
pH (24 horas)	5,37	5,37	5,38	5,36	1,78	0,84	0,67	0,32
L* (45 min)	29,78	29,09	29,33	29,55	5,30	0,29	0,73	0,46
a* (45 min)	13,08	13,30	13,33	13,04	10,82	0,71	0,62	0,66
b* (45 min)	-1,60	-1,73	-1,64	-1,69	29,15	0,51	0,80	0,26
L* (24 horas)	36,96	36,47	36,81	36,62	6,20	0,60	0,84	0,98
a* (24 horas)	15,78	16,33	15,90	16,22	9,22	0,38	0,60	0,26
b* (24 horas)	1,13	1,25	1,41	0,97	54,84	0,65	0,12	0,09

FSDN = fibra solúvel em detergente neutro; ¹CV = coeficiente de variação; ²FC = efeito da fonte de carboidrato; ³Efeito da inclusão de óleo; ⁴FC*Óleo = efeito da interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo.

L* = luminosidade; a* = intensidade de vermelho; b* = intensidade de amarelo.

Valores maiores que os observados no presente estudo para L* (luminosidade) e b* (intensidade de amarelo), e menor para o valor de a* (intensidade de vermelho) nos cordeiros abatidos aos 35 kg de peso corporal foram verificados por RODRIGUES et al. (2008a) que avaliaram a cor da carne, após 24 horas de resfriamento, em cordeiros abatidos aos 33 kg de peso corporal, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de substituição do milho pela polpa cítrica (0, 33, 67 e 100%), e obtiveram valores médios para luminosidade (L*) de 42,62; para intensidade de vermelho (a*) de 14,68 e para intensidade de amarelo (b*) de 7,22. Esses resultados enfatizam as inferências feitas por VERGARA et al. (1999) pois cordeiros com maior peso de abate e quantidade de gordura, podem apresentar carne mais escura, pois a gordura implica na perda da permeabilidade capilar, induzindo a dificuldade na transferência de oxigênio da fibra muscular e aumentando a necessidade de mioglobina para o armazenamento de oxigênio, causando aumento a intensidade de vermelho (a*) e diminuindo a luminosidade (L*). Esse comportamento foi verificado por BONAGURIO et al. (2003) ao

avaliarem a cor dos músculos *Longissimus dorsi* e *Semimembranosus* de cordeiros abatidos com diferentes pesos corporais 15, 25, 35 e 45 kg, e observaram que os valores de L* e b* diminuíram e os valores de a* (intensidade de vermelho) elevaram-se com o aumento do peso de abate.

As medidas de cor da carne, 24 horas após o abate, de cordeiros alimentados com média de 31,5% de polpa cítrica na ração, para as dietas ricas em FSDN, de 36,96 para luminosidade (L*), 15,78 para a intensidade de vermelho (a*) e 1,13 para a intensidade de amarelo (b*), foram inferiores aos verificados por CAPARRA et al. (2007) que estudaram cordeiros alimentados com polpa cítrica desidratada ao sol, na proporção de 0, 30 e 45% na ração, e observaram que os animais alimentados com 0 e 30% de polpa cítrica apresentaram carne com coloração mais avermelhada (a*) com valores de 18,5 e 18,3, respectivamente, do que os alimentados com 45% de polpa, com intensidade de vermelho de 16,9, no entanto, não foi verificada diferença na luminosidade (L*) que variou de 41,1 a 41,7, e na intensidade de amarelo (b*) que variou de 7,9 a 8,9 em 24 horas após o abate.

As fontes de carboidratos e a inclusão ou não de 4,2% óleo na dieta dos cordeiros não influenciaram a composição centesimal, no teor de colesterol e no valor de energia bruta do músculo *Longissimus lumborum* dos cordeiros. Não havendo interação dos fatores estudados (Tabela 39).

Tabela 39. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância para a composição centesimal, colesterol e energia bruta do músculo *Longissimus lumborum* dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais

Variável	Fonte de carboidrato		Óleo de girassol		CV ¹ (%)	Pr>F		
	FSDN	Amido	0%	4,2%		FC ²	Óleo ³	FC*Óleo ⁴
Umidade (%)	74,15	73,51	73,67	73,99	1,48	0,17	0,47	0,22
Proteína (%)	21,50	21,44	21,58	21,37	4,97	0,90	0,64	0,22
Cinzas (%)	1,11	1,10	1,11	1,10	4,73	0,94	0,62	0,90
Extrato Etéreo (%)	3,39	3,92	3,83	3,48	33,64	0,30	0,48	0,27
Colesterol (mg/100g)	46,07	42,06	44,46	43,68	13,44	0,11	0,75	0,16
EB (Kcal/g)	5,52	5,58	5,59	5,52	3,72	0,52	0,39	0,26

FSDN = fibra solúvel em detergente neutro; EB = energia bruta; ¹CV = coeficiente de variação; ²FC = efeito da fonte de carboidrato; ³Efeito da inclusão de óleo; ⁴FC*Óleo = efeito da interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo.

Os teores de umidade, proteína bruta, cinzas e extrato etéreo no músculo *Longissimus lumborum* dos cordeiros variaram de 73,51 a 74,15%; 21,37 a 21,58%; 1,10 a 1,11% e de 3,48 a 3,92% respectivamente. Valores semelhantes foram verificados por RODRIGUES et al. (2010) que avaliaram a composição do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros e observaram valores que variaram de 71,7 a 72,9% para umidade, de 21 a 22,5% para proteína bruta, de 1,1 a 1,7% para cinzas e de 3,6 a 5,8% para extrato etéreo.

A inclusão de óleo de girassol às fontes de carboidratos não teve influência na composição centesimal da carne dos cordeiros. MACEDO et al. (2008), avaliaram diferentes níveis de inclusão de semente de girassol na alimentação de cordeiros e também não observaram efeito sobre a composição centesimal da carne, e obtiveram valores médios para umidade, proteína bruta, cinzas e extrato etéreo de 74,87%; 21,02%, 1,08% e 2,68%, respectivamente.

Segundo DABÉS (2001), a carne ovina possui, aproximadamente, 20% de proteína e 75% de água, e a quantidade de gordura é inversamente proporcional a de água, e ambas exercem influência na suculência, textura, cor e sabor. O teor de gordura altera as proporções dos outros componentes do corpo como proteína, água e cinzas, uma vez que a proporção entre proteína e água é quase constante em relação ao conteúdo de gordura, que é variável (OSÓRIO et al., 2008a).

As fontes de carboidratos e a inclusão de óleo, não influenciaram no teor de colesterol no músculo *Longissimus lumborum* dos cordeiros, que variou de 42,1 a 46,1 mg/100g de músculo. MADRUGA et al. (2005) avaliaram a alimentação de cordeiros da raça Santa Inês com dieta composta por 60% de diferentes alimentos volumosos e 40% de concentrado, e verificaram teor de colesterol que variaram de 44,1 a 57,8 mg/100 g de músculo *Longissimus dorsi*, e verificaram que os animais que consumiram silagem de milho como volumoso possuíram menor teor de colesterol na carne (44,1 mg/100 g) valor próximo ao observado no presente estudo.

A composição percentual em ácidos graxos do músculo *Longissimus lumborum* dos cordeiros alimentados com as fontes de carboidratos solúveis em detergente neutro, associadas ou não ao óleo de girassol está apresentada na Tabela 40.

Tabela 40. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância para a composição percentual dos ácidos graxos do músculo *Longissimus lumborum* dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais

Variável (%)	Fonte de carboidrato		Óleo de girassol		CV ¹ (%)	Pr>F		
	FSDN	Amido	0%	4,2%		FC ²	Óleo ³	FC*Óleo ⁴
Saturados								
C10:0 (cáprico)	0,14	0,15	0,15	0,14	13,08	0,09	0,14	0,61
C12:0 (Láurico)	0,09	0,09	0,09	0,09	27,90	0,76	0,45	0,08
C14:0 (Mirístico)	2,21	2,48	2,31	2,39	18,03	0,13	0,65	0,46
C15:0 (Pentadecanóico)	0,47	0,57	0,50	0,54	22,41	0,05	0,39	0,32
C16:0 (Palmítico)	23,29	23,06	24,99	21,36	6,67	0,72	<0,05	0,63
C17:0 (Margarico)	1,09	1,16	1,16	1,09	13,07	0,27	0,33	0,09
Monoinsaturados								
C14:1 <i>cis</i> -9 (Meristoleico)	0,07	0,09	0,09	0,07	52,88	0,25	0,23	0,70
C16:1 <i>cis</i> -9 (Palmitoleico)	1,25	1,29	1,44	1,10	16,50	0,60	<0,05	0,31
C17:1 (Heptadecanóico)	0,58	0,59	0,68	0,49	22,25	0,80	<0,05	0,19
C18:1 <i>cis</i> -9 (Oleico)	36,65	37,13	40,83	32,94	5,62	0,57	<0,05	0,69
Poliinsaturados								
Σ Poliinsaturados ⁵	6,40	6,04	4,49	7,95	21,26	0,51	<0,05	0,37
ΣAGPI/ΣAGS ⁶	0,15	0,13	0,10	0,18	26,90	0,30	<0,05	0,95

FSDN = fibra solúvel em detergente neutro; ¹CV = coeficiente de variação; ²FC = efeito da fonte de carboidrato; ³Efeito da inclusão de óleo; ⁴FC*Óleo = efeito da interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo.

⁵ΣAGPI = somatório dos ácidos graxos poliinsaturados; ⁶ΣAGPI/ΣAGS = relação entre os somatórios dos ácidos graxos poliinsaturados e saturados.

Os ácidos graxos identificados em maior concentração na carne dos cordeiros foram o C16:0 (palmítico), C18:0 (esteárico) e o C18:1 (oleico). Esses resultados corroboram com os relatados por MADRUGA et al. (2006), MADRUGA et al. (2008) e RODRIGUES et al. (2010).

As fontes de carboidratos solúveis em detergente neutro não alteraram o percentual do ácido graxo palmítico (C16:0) no músculo dos cordeiros, no entanto, a inclusão de óleo as dietas reduziu significativamente seu percentual, concordando com o resultado observado por IVAN et al. (2001), que alimentaram carneiros com 60% de silagem de cevada e 40% de concentrado com inclusão ou não de 6% de óleo de girassol na matéria seca da dieta e verificaram redução da concentração do ácido graxo palmítico (C16:0) na carne dos animais alimentados com as dietas suplementadas com óleo.

A inclusão de óleo de girassol às dietas promoveu redução no percentual dos ácidos graxos palmítico (C16:0), palmitoleico (C16:1 *cis*-9), heptadecanóico (C17:1) e oleico (C18:1 *cis*-9) e aumento no percentual do somatório dos ácidos graxos poliinsaturados, melhorando significativamente a relação entre os ácidos graxos poliinsaturados e saturados, que variou de 0,10 a 0,18. Valores próximos foram verificados RODRIGUES et al. (2010) que obtiveram valores para a relação AGPI/AGS que variaram de 0,11 a 0,15, e por PELEGRINI et al. (2007) que observaram valores para a relação AGPI/AGS que variaram 0,09 a 0,12 no músculo *Longissimus* de cordeiros.

Houve interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo sobre os ácidos graxos esteárico (C18:0), soma dos isômeros C18:1 *trans*, linoleico (C18:2 *cis*-9 *cis*-12), linoleico conjugado (C18:2 *cis*-9 *trans*-11), α linolênico (C18:3 n3), somatório dos ácidos graxos saturados (Σ Saturado), somatório dos ácidos graxos monoinsaturados (Σ Monoinsaturado), relação entre os ácidos graxos insaturados e saturados (AGI/AGS) e para a relação entre os ácidos graxos monoinsaturados e saturados (AGMI/AGS) (Tabela 41).

A inclusão de óleo associado à dieta rica em FSDN proporcionou menor percentual do ácido esteárico (C18:0) no músculo dos cordeiros em comparação à dieta rica em amido com inclusão de óleo.

A inclusão de óleo aumentou significativamente os percentuais dos ácidos graxos C18:1 *trans* e CLA no músculo *Longissimus lumborum* dos cordeiros alimentados com as diferentes fontes de carboidratos. IVAN et al. (2001) também observaram aumento da concentração de CLA na carne de carneiros suplementados com óleo de girassol, e inferiram que a adição de fontes ricas em ácido linoleico (C18:2) na ração promove aumento de ácido linoleico conjugado (CLA) no tecido de ruminantes. Segundo HARFOOT et al. (1973) e KELLENS et al. (1986), a alta ingestão de ácido linoleico (C18:2) reduz a taxa de conversão do ácido linoleico (C18:2) a ácido esteárico (C18:0) com o acúmulo de intermediários *trans*, como o C18:1 *trans*-11 e o C18:2 *cis*-9 *trans*-11 (CLA) na carne, o que foi observado no presente estudo.

Tabela 41. Médias, coeficiente de variação e valores de P associado ao teste F da análise de variância do desdobramento da interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo sobre o percentual dos ácidos graxos do músculo *Longissimus lumborum* dos cordeiros alimentados com as dietas experimentais

Variável (%)	Fonte de carboidrato	Óleo de girassol		CV ¹ (%)	Pr>F		
		0%	4,2%		FC ²	Óleo ³	FC*Óleo ⁴
C18:0 (esteárico)	FSDN Amido	17,09aA 16,09aA	15,48aB 18,92aA	14,11	0,22	0,53	0,03
C18:1 ^{trans}	FSDN Amido	1,93bA 2,61bA	12,27aA 7,65aB	31,89	0,02	<0,05	<0,05
C18:2 ^{cis} -9 ^{cis} -12 (linoleico)	FSDN Amido	3,55aA 2,77bA	4,63aA 5,80aA	22,90	0,62	<0,05	0,02
C18:2 ^{cis} -9 ^{trans} -11 (CLA)	FSDN Amido	0,59bA 0,73bA	2,76aA 1,63aB	33,64	0,02	<0,05	<0,05
C18:3 n3 (α -linolênico)	FSDN Amido	0,19aA 0,10aB	0,11bA 0,11aA	27,30	<0,05	<0,05	<0,05
Σ Saturado	FSDN Amido	47,52aA 46,08aA	41,74bB 45,97aA	4,72	0,12	<0,05	<0,05
Σ Monoinsaturado	FSDN Amido	46,15bA 48,11aA	48,82aA 44,39bB	3,57	0,08	0,45	<0,05
Σ AGI/ Σ AGS ⁵	FSDN Amido	1,08bA 1,13aA	1,37aA 1,14aB	8,99	0,06	<0,05	<0,05
Σ AGMI/ Σ AGS ⁶	FSDN Amido	0,97bA 1,04aA	1,18aA 0,97aB	7,92	0,05	0,08	<0,05

FSDN=fibra solúvel em detergente neutro; ¹CV = coeficiente de variação; ²FC = efeito da fonte de carboidrato; ³Efeito da inclusão de óleo; ⁴FC*Óleo = efeito da interação entre a fonte de carboidrato e a inclusão de óleo.

⁵ Σ AGI/ Σ AGS = relação entre os somatórios dos ácidos graxos insaturados e saturados; ⁶ Σ AGMI/ Σ AGS = relação entre os somatórios dos ácidos graxos monoinsaturados e saturados.

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

O maior acúmulo de C18:1^{trans} no músculo dos animais alimentados com a dieta com alto teor de FSDN associada ao óleo pode explicar a maior concentração de CLA no músculo desses animais, pois o ácido C18:1 ^{trans}-11 é precursor via atividade da enzima Δ -9 desaturase da síntese endógena de CLA nos tecidos (GRIINARI et al., 2000). Segundo BAUMAN et al. (1999) a dieta pode influenciar a síntese de CLA nos ruminantes de três maneiras: dietas que apresentam lipídios disponíveis para síntese

de CLA e ácido vacênico no rúmen, como aquelas que contêm óleos; dietas que alteram o ambiente ruminal e modificam a população bacteriana responsável pela biohidrogenação e dietas associadas a substratos lipídicos que alteram a população bacteriana.

As diferentes fontes de carboidratos não interferiram no percentual do ácido linoleico (C18:2) no músculo dos cordeiros, no entanto, a inclusão de óleo à dieta rica em amido promoveu aumento do percentual do ácido linoleico (C18:2), o mesmo não foi observado para a dieta rica em FSDN com inclusão de óleo.

A concentração do ácido α -linolênico (C18:3) no músculo dos cordeiros alimentados com as dietas rica em FSDN foi maior que nos cordeiros alimentados com as dietas ricas em amido. Segundo RODRIGUES et al. (2010) a polpa cítrica possui alto teor de ácido α -linolênico (C18:3) com 60,2 mg/g de lipídio, em comparação ao milho que possui 11,2 mg/g de lipídio, o que pode explicar a maior concentração de ácido α -linolênico (C18:3) no músculo dos cordeiros alimentados com a dieta rica em FSDN em comparação a dieta rica em amido, no entanto, a inclusão de óleo à dieta rica em FSDN promoveu redução do percentual do ácido α -linolênico (C18:3) no músculo.

A associação de óleo à dieta rica em FSDN reduziu o total dos ácidos graxos saturados no músculo e aumentou os teores dos ácidos graxos monoinsaturados totais, consequentemente, aumentou a relação AGI/AGS e a relação AGMI/AGS. Dessa forma podemos inferir que a inclusão de 4,2% associada à dieta rica em FSDN promoveu melhora no perfil lipídico da carne dos cordeiros para o consumo humano. MACEDO et al. (2008), avaliaram a inclusão crescente de semente de girassol na dieta de ovinos e verificaram diminuição do ácido graxo saturado palmítico e aumento da insaturação da carne pelos ácidos graxos oleico e linoleico no músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros e assim aumento da relação AGI/AGS.

Os valores para a relação dos ácidos graxos monoinsaturados/saturados no presente trabalho variaram de 0,97 a 1,18, e foram superiores aos observados por MADRUGA et al. (2006) e por MADRUGA et al. (2008) que obtiveram valores de 0,91 a 1,04 e de 0,61 a 0,71, respectivamente, na carne de ovinos.

5. CONCLUSÕES

A inclusão de 4,2% de óleo às dietas ricas em amido ou fibra solúvel em detergente neutro pode ser utilizada na alimentação de cordeiros sem prejuízos ao desempenho, as características quantitativas da carcaça, a degradação dos nutrientes e aos parâmetros de fermentação ruminal. Embora, a associação de óleo à dieta rica em amido tenha promovido redução na digestibilidade dos carboidratos fibrosos e não fibrosos, essa redução não foi suficiente para afetar o desempenho dos animais.

A inclusão de 4,2% de óleo de girassol às fontes de carboidratos solúveis em detergente neutro melhorou a composição em ácidos graxos da carne dos cordeiros para o consumo.

A associação de 4,2% de óleo de girassol à dieta rica em fibra solúvel em detergente neutro promoveu aumento no percentual do ácido linoléico conjugado (CLA) e redução do percentual dos ácidos graxos saturados, melhorando a composição em ácidos graxos na carne associados a benefícios à saúde humana.

6. REFERÊNCIAS

AGUERRE, M.; REPETTO, J.L.; PÉREZ-RUCHEL, A.; MENDOZA, A.; PINACCHIO, G.; CAJARVILLE, C. Rumen pH and NH₃-N concentration of sheep fed temperate pastures supplemented with sorghum grain. **South African Journal of Animal Science**, v.39, n.5, p. 246-250, 2009 (Sup.1).

AL HASANI, S.M.; HLAVAC, J.; CARPENTER, M.W. Rapid determination of cholesterol in single and multi component prepared foods. **Journal of the Association Official Analytical Chemists International**, v.76, p. 902-906, 1993.

ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.7, p.1598–1624, 2000.

ARIZA, P.; BACH, A.; STERN, M.D.; HALL, M.B. Effects of carbohydrates from citrus pulp and hominy feed on microbial fermentation in continuous culture. **Journal of Animal Science**, v.79, n.10, p.2713-2718, 2001.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 16 ed., Washington D.C., 1995. 1094p.

ÁVILA, S.C.; BORGES, I.; RODRIGUEZ, N.M.; SILVA, A.G.M. Efeito do nível de semente de girassol sobre a concentração de ureia e triglicerídeos no plasma de ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44, 2007, Jaboticabal-SP. **Anais...** Jaboticabal: SBZ, 2007.

BACH, A.; YOON, I.K.; STERN, M.D. JUNG, H.G.; CHESTER-JONES, H. Effects of type of carbohydrate supplementation to lush pasture on microbial fermentation in continuous culture. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.1, p.153-160, 1999.

BAUMAN, D.E., BAUMGARD, L.H., CORL, B.A.; GRIINARI, J.M. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminant. **Proceedings of the American Society of Animal Science**, v.4, p.1-15, 1999.

BAUMAN, D.E., PERFIELD, J.W.; DE VETH, M.J.; LOCK, A.L. New perspectives on lipid digestion and metabolism in ruminants. **Proceedings of the Cornell Nutrition Conference**, p. 175-189, 2003.

BAUMAN, D.E.; BARBANO, D.M.; DWYER, D.A.; GRIINARI, J.M. Technical note production of butter with enhanced conjugated linoleic acids for use in biomedical studies with animal models. **Journal Dairy Science**, v.83, n.11, p.2422-2425, 2000.

BAUMAN, D.E.; GRIINARI, J.M. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. **Livestock Production Science**, v.70, n.1, p.15-29, 2001.

BEAUCHEMIN, K.A.; KREUZER, M.; O'MARA, F.; MCALLISTER, T.A. Nutritional management for enteric methane abatement: A review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, 48, p.21–27, 2008.

BHATTACHARYA, A.N.; HARB, M. Dried citrus pulp as a grain replacement for awasi lambs. **Journal of Animal Science**, v.36, n.6, p.1175-1180, 1973.

BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal Biochemistry Physiology**, v.37, p.911-917, 1959.

BOCCARD, R.; DUMONT, B.L. Étude de la production de la viande chez les ovins. II. Variation de l'importance relative des différentes régions corporelles de l'agneau de boucherie. **Annales de Zootechnie**, v.9, n.4, p. 355-365, 1960.

BONAGURIO, S.; PÉREZ, J.R.O.; FURUSHO-GARCIA, I.F.; BRESSAN, M.C.; LEMOS, A.L.S.C. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1981-1991, 2003 (Supl. 2).

BONAGURIO, S.; PÉREZ, J.R.O.; FURUSHO-GARCIA, I.F.; SANTOS, C.L.; LIMA, A.L. Composição centesimal da carne de cordeiros Santa Inês puros e de seus mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2387-2393, 2004 (Supl. 3).

BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. A statistical of animal and nutrition factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.11, p.2964-2971, 1997.

BUENO, M.S.; SANTOS, L.E.; CUNHA, E.A.; LEMOS NETO, M.J.; VERÍSSIMO, C.J. Polpa cítrica desidratada na dieta de borregos Suffolk e Santa Inês, em confinamento. **Boletim da Indústria Animal**, v.61, n.2, p.115-119, 2004.

BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; VALADARES FILHO, S.C. SILVA, J.F.C.; QUEIROZ, A.C.; CECON, P.R.; MAGIERO, D. Fermentação ruminal e eficiência microbiana em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.215-224, 2000.

CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; MALAFAIA, P.A.M.; LANA, R.P.; SILVA, J.F.C.; VIEIRA, R.A.M.; PEREIRA, E.S. Frações de carboidratos de alimentos volumosos e suas taxas de degradação estimadas pela técnica de produção de gases. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2087-2098, 2000.

CAPARRA, P.; FOTI, F.; SCERRA, M.; SINATRA, M.C.; SCERRA, V. Solar-dried citrus pulp as an alternative energy source in lamb diets: effects on growth and carcass and meat quality. **Small Ruminant Research**, v.40, n.3, p.303-311, 2007.

COLUCCI, P.E.; MACLEOD, G.K.; GROVUM, W.L.; MCYILLANI, I.; BARNEY, D.J. Digesta kinetics in sheep and cattle fed diets with different forage to concentrate ratios at high and low intakes. **Journal of Dairy Science**, v.73, n.8, p.2143-2156. 1990.

CONTRERAS, P.A.; WITTEWER, F.; BÖHMWALD, H. Uso dos Perfis metabólicos no monitoramento nutricional dos ovinos. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.; PATIÑO, H.O.; RIBEIRO, L.A. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. 108p.

COSTA, R.G.; SANTOS, N.M.; MEDEIROS, A.N.; MADRUGA, M.S.; QUEIROGA, R.C.R.E. **Buchada caprina**: características físico-químicas e microbiológicas. Campina Grande: Ed. Impressos Adilson, 2007. 93p.

CUNHA, M.G.G.; CARVALHO, F.F.R.; GONZAGA NETO, S.; CEZAR, M.F. Características quantitativas de carcaça de ovinos Santa Inês confinados alimentados com rações contendo diferentes níveis de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1112-1120, 2008.

DABÉS, A.C. Propriedades da carne fresca. **Revista Nacional da Carne**, v.25, n.288, p.32-40, 2001.

DEMEYER, D.; DOREAU, M. Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.58, n.3, p.593-607, 1999.

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**. v.35, n.1, p.211-218. 2006.

ERWIN, W.S.; MARCO, G.J.; MERY, E.M. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. **Journal of Dairy Science**, v.44, n.9, p.1768-1771, 1961.

EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L. Qualidade da matéria prima e novos testes laboratoriais como instrumento de maximização da dieta balanceada. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 42, 2005, Goiânia - GO. **Anais...** SBZ: Goiânia, 2005.

FAHEY , G.C.; BERGER, L.L. Los carbohidratos em la nutrición de los ruminantes. In: CHURCH, D.C. **El ruminante. Fisiologia digestiva y nutrición**. Zaragoza, Espanha: Acriba, 1993. 305p.

FATURI, C.; EZEQUIEL, J.M.B.; FONTES, N.A., STIAQUE, M.G.; SILVA, O.G.C. Fibra solúvel e amido como fontes de carboidratos para terminação de novilhos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2110-2117, 2006.

FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; MUNIZ, E.B. Características das carcaças, biometria do trato gastrointestinal, tamanho dos órgãos internos e conteúdo gastrointestinal de bovinos F1 Simental x Nelore alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1174-1182, 2000.

FRANZOLIN, M.H.T.; LUCCI, C.S.; FRANZOLIN, R. Efeitos de rações com níveis crescentes de cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho sobre a população de protozoários ciliados no rúmen de ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1452-1457. 2000.

GASTALDI, K.A. **Produção «in vitro» de metano, dióxido de carbono e oxigênio utilizando liquido ruminal de bovinos alimentados com diferentes rações**. 2003.104 f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

GETACHEW, G.; DEPETERS, E.J.; ROBINSON, P.H.; FADEL, J.G. Use of an in vitro rumen gas production technique to evaluate microbial fermentation of ruminant feeds and its impact on fermentation products. **Animal Feed Science and Technology**, v.123, n.124, p.547–559. 2005.

GILAVERT, S.; SUSIN, I.; PIRES, A.V.; FERREIRA, E.M.; MENDES, C.Q.; GENTIL, R.S.; BIEHL, M.V.; RODRIGUES, G.H. Digestibilidade da dieta, parâmetros ruminais e desempenho de ovinos Santa Inês alimentados com polpa cítrica peletizada e resíduo úmido de cervejaria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p.639-647, 2011.

GOES, R.H.T.B.; MANCIO, A.B.; VALADARES FILHO, S.C.; LANA, R.P. Degradação ruminal da matéria seca e proteína bruta, de alimentos concentrados utilizados como suplementos para novilhos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 1, p. 167-173. 2004.

GONZÁLEZ, F.H.D.; SHEFFER, J.F.S. Avaliação metabólico-nutricional de vacas leiteiras por meio de fluidos corporais (sangue, leite, urina). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 29, 2002, Gramado – RS. **Anais...** Gramado: 2002.

GRIINARI, J.M.; CORL, B.A.; LACY, S.H. CHOUINARD, P.Y.; NURMELA, K.V..V.; BAUMAN, D.E. Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by Δ 9-desaturase. **Journal of Nutrition**, v.130, n.9, p.2285-2291, 2000.

HALL, M.B. **Neutral detergent-soluble carbohydrates nutritional relevance and analysis**. Florida: University of Florida, 2000. 42 p. (Bulletin, 339).

HARFOOT, C.G.; NOBLE, R.C.; MOORE, J.H. Factors influencing the extent of biohydrogenation of linoleic acid by rumen microorganisms in vitro. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.24, n.8, p.961-970, 1973.

HATFIELD, R.D.; WEIMER, P.J. Degradation characteristics of isolated and in situ cell wall lucerne pectic polysaccharides by mixed ruminal microbes. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.69, n.2, p.185–196. 1995.

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

HENRIQUE, W.; SAMPAIO, A.A.M.; LEME, P.R.; ALLEONI, G.F.; LANNA, D.P.D.; MALHEIROS, E.B. Digestibilidade e balanço de nitrogênio em ovinos alimentados à base de dietas com elevado teor de concentrado e níveis crescentes de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.32, n.6, p.2007-2015, 2003.

HILTNER, P.; DEHORITY B.A. Effect of soluble carbohydrates on digestion of cellulose by pure cultures of rumen bacteria. **Applied and Environmental Microbiology**, v.46, n.31, p. 642-648, 1983.

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

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**, v. 41, n.3, p.215-227. 2001.

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

JERÓNIMO, E.; ALVES, S.P.; PRATES, J.A.M.; SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R.J.B. Effect of dietary replacement of sunflower oil with linseed oil on intramuscular fatty acids of lamb meat. **Meat Science**, v.83, n.3, p.499–505. 2009.

JOHNSON, K.A.; JOHNSON, D.E. Methane emissions from cattle. **Journal of Animal Science**, v. 73, n.8, p. 2483-2492, 1995.

JORGE,N.; SOARES, B.B.P.; LUNARDI, V.M.; MALACRIDA, C.R. Alterações físico-químicas dos óleos de girassol, milho e soja em frituras. **Química Nova**, v. 28, n. 6, p.947-951, 2005.

KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUM, M.L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 6 ed. New York: Academic Press, 2008. 916p.

KATSUKI, P.A.; MIZUBUTI, I.Y.; PEREIRA, E.S.; RAMOS, B.M.O.; RIBEIRO, E.L.A.; MOREIRA,F.B.; ROCHA, M.A.; PINTO, A.P.; ALVES,T.C. Cinética ruminal da degradação de nutrientes da silagem de milho em ambiente ruminal inoculado com diferentes aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2421-2426, 2006.

KELLENS, M.J.; GODERIS, H.L.; TOBBACK, P.P. Biohydrogenation of unsaturated fatty acids by mixed culture of rumen microorganism. **Biotechnology and Bioengineering**, v.28, n.8, p.1268-1276, 1986.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: UFSM, 2 ed. 2009. 216p.

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**, v.82, n.10 p.2985-2994, 2004.

LADEIRA, M.M.; OLIVEIRA, R.L. Estratégias nutricionais para melhoria da carcaça bovina. In: SIMPÓSIO SOBRE DESAFIOS E NOVAS TECNOLOGIAS NA BOVINOCULTURA DE CORTE, 2, 2006, Brasília-DF. **Anais...** Brasília: SIMBOI, 2006.

LEE, H.J., LEE, S.C., KIM, J.D., OH, Y.G., KIM, B.K., KIM, C.W., KIM, K.J. Methane production potential of feed ingredients as measured by in vitro gas test. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v.16, n.8, p.1143–1150. 2003.

LEIVA, E.; HALL, M.B.; Van HORN, H.H. Performance of dairy cattle fed citrus pulp or corn products as source of neutral detergent-soluble carbohydrates. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.12, p.2866-2875, 2000.

LITTELL, R.C.; MILLIKEN, G.A.; STROUP, W.W.; WOLFINGER, R.D.; SCHABENBERGER, O. **Sas for Mixed Models**. 2 ed. SAS Institute Inc. 2006. 813p.

LÓPEZ, J.; STUMPF JUNIOR; W. Influência do grão de sorgo como fonte de amido em ovinos alimentados com feno. Parâmetros plasmáticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1183-1190, 2000.

LOUGH, D.S.; SOLOMON, M.B.; RUMSEY T.S.; KAHL, S; SLYTER, L.L. Effects of high-forage diets with added palm oil on performance, plasma lipids, and carcass characteristics of ram and ewe lambs. **Journal of Animal Science**, v.71, n.5, p.1171-1176. 1993.

MACEDO, V.P.; GARCIA, C.A.; SILVEIRA, A.C.; MONTEIRO, A.L.G.; MACEDO, F.A.F.; SPERS, R.C. Composições tecidual e química do lombo de cordeiros alimentados com rações contendo semente de girassol em comedouros privativos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1860-1868, 2008.

MACHMÜLLER, A.; OSSOWSKI, D.A.; WANNER, M.; KREUZER, M. Potential of various fatty feeds to reduce methane release from rumen fermentation in vitro (Rusitec). **Animal Feed Science and Technology**, v.71, n.1, p.117-130. 1998.

MADRUGA, M.S.; ARAÚJO, W.O.; SOUSA, W.H.; CEZAR, M.F.; GALVÃO, M.S.; CUNHA, M.G.G. Efeito do genótipo e do sexo sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1838-1844, 2006.

MADRUGA, M.S.; SOUSA, W.H.; ROSALES, M.D.; CUNHA, M.G.G.; RAMOS, J.L.F. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês terminados com diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.309-315, 2005.

MADRUGA, M.S.; VIEIRA, T.R.L.; CUNHA, M.G.G.; PEREIRA FILHO, J.M.; QUEIROGA, R.C.R.E.; SOUSA, W.H. Efeito de dietas com níveis crescentes de caroço de algodão integral sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1496-1502, 2008.

MAENG, W.J., BALDWIN, R.L. Dynamics of fermentation of purified diet and microbial growth in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.59, n.4, p.636-642. 1976.

MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; VALADARES, R.F.D.; COSTA E SILVA, L.F.; FONSECA, M.A. Degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta de alimentos para bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2247-2257, 2009.

MCALLISTER, T.A.; CHENG, K.J. Microbial strategies in the ruminal digestion of cereal grains. **Animal Feed Science Technology**, v.62, n.1, p.29-36, 1996.

McDONALD, I. A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. **Journal of Agricultural Science**, v.96, n.1, p.251-252, 1981.

MEHREZ, A.Z., ORSKOV, E.R., McDONALD, I. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **British Journal of Nutrition**, v.38, n.3, p.437-443. 1977.

MERTENS, D.R. Using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations. In: Informational In: Conference with Dairy and Forages Industries, 1996, Wisconsin. **Proceedings...** Wisconsin: 1996.

MILLER, G.L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v.31, n.3, p.426-428. 1959.

MIR, Z.; RUSHFELDTA, M.L.; MIRA, P.S.; PATERSONA, L.J.; WESELAKEB, R.J. Effect of dietary supplementation with either conjugated linoleic acid (CLA) or linoleic acid rich oil on the CLA content of lamb tissues. **Small Ruminant Research**, v.36, n.1, p. 25-31. 2000.

MORENO, G.M.B. **Desempenho e características quantitativas *in vivo* e da carcaça de cordeiros recebendo dietas contendo silagem de milho ou cana-de-açúcar em dois níveis de concentrado.** 2008. 106 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

MOULD, F.L.; ORSKOV, E.R. Manipulation of rumen fluid pH and its influence on cellulolysis in sacco, dry matter degradation and the rumen microflora of sheep offered either hay or concentrate. **Animal Feed Science and Technology**, v.10, n.1, p.1-14, 1983.

MOULD, F.L.; ORSKOV, E.R.; MANN, S.O. Associative effects of mixed feeds. I. Effects of type and level of supplementation and the influence of the rumen fluid pH on cellulolysis *in vivo* and dry matter digestion of various roughages. **Animal Feed Science and Technology**, v.10, n.1, p.15-30, 1983.

MUDGAL, V.D., DIXON, R.M., KENNEDY, P.M., MILLIGAN, L.P. Effect of two intake levels on retention times of liquid, particle and microbial markers in the rumen of sheep. **Journal of Animal Science**, v.54, n.5, p.1051-1055. 1982.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle.** 7 ed. Washington, D.C., 2001. 408p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids.** Washington, D.C., 2007. 384p.

NOCEK, J.E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: A review. **Journal of Dairy Science**, v. 71, n.8, p.2051-2069. 1988.

NOCEK, J.E.; TAMMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3598-3629, 1991.

NOZIÈRE, P, BESLE, J.M, MARTIN, C, MICHALET-DOREAU, B. Effect of barley supplement on microbial fibrolytic enzymes activities and cell wall degradation rate in the rumen. **Journal of Science of Food and Agriculture**, v. 72, n.2, p. 203-210, 1996.

OLIVEIRA, M.V.M.; PÉREZ, J.R.O.; ALVES, E.L.; MARTINS, A.R.V.; LANA, R.P. Rendimento de carcaça, mensurações e peso de cortes comerciais de cordeiros Santa Inês e Bergamácia alimentados com dejetos de suínos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1451-1458, 2002.

ORSKOV, E.R.; FLATT, W.P; MOE, P.W. Fermentation balance approach to estimate extent of fermentation and efficiency of volatile fatty acid formation in ruminants. **Journal of Dairy Science**, v. 51, n. 9, p. 1429-1435, 1968.

ORSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agriculture Science**, v.92, n.2, p.499-503, 1979.

OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.; JARDIM, P.O. **Métodos para avaliação da produção de carne ovina: *in vivo*, na carcaça e na carne**. Pelotas: Ed. Universitária/UfPel, 1998. 107p.

OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M. **Zootecnia de ovinos**. Pelotas: Ed. Universitária/UfPel, 2005. 243p.

OSÓRIO, M.T.M.; OSÓRIO, J.C.S.; SILVA SOBRINHO, A.G. Avaliação Instrumental da carne ovina. In: SILVA SOBRINHO, A.G.; SAÑUDO, C.; OSÓRIO, J.C.S.; ARRIBAS, M.M.C.; OSÓRIO, M.T.M. **Produção de carne ovina**. Jaboticabal:Funep, 2008a. 228p.

OSÓRIO, M.T.M.; OSÓRIO, J.C.S.; SILVA SOBRINHO, A.G. Morfologia e avaliação de carcaças ovinas. In: SILVA SOBRINHO, A.G.; SAÑUDO, C.; OSÓRIO, J.C.S.; ARRIBAS, M.M.C.; OSÓRIO, M.T.M. **Produção de carne ovina**. Jaboticabal:Funep, 2008b. 228p.

OWENS, F.N.; GOETSCH, A.L. Fermentación ruminal. In: CHURCH, D.C. **El rumiante: fisiologia digestiva y nutricion**. Zaragoza: Acribia, 1988. 305p.

PALMQUIST, D.L. Suplementação de lipídios para vacas em lactação. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 6, 1989, Piracicaba - SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1989.

PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T.C. Fat in Lactation Rations: Review. **Journal of Dairy Science**, v.63, n.1, p.1-14, 1980.

PASSINI, R.; BORGATTI, L.M.O.; FERREIRA, F.A.; ROGRIGUES, P.H.M. Degradabilidade no rúmen bovino de grãos de milho processados de diferentes formas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.3, p.271-276. 2004.

PATRA, A.K. Enteric methane mitigation technologies for ruminant livestock: a synthesis of current research and future directions. **Environmental Monitoring and Assessment**, Published online: May 6, 2011. DOI 10.1007/s10661-011-2090-y.

PELEGRIIN, L.F.V.; PIRES, C.C.; KOZLOSK, G.V.; TERRA, N.N.; BAGGIO, S.R.; CAMPAGNOL, P.C.B.; GALVANI, D.B.; CHEQUIM, R.M. Perfil de ácidos graxos da carne de ovelhas de descarte de dois grupos genéticos submetidas a dois sistemas de manejo. **Ciência Rural**, v.37, n.6, p.1786-1790, 2007.

PEREIRA, J.C.; VIEIRA, R.A.M.; GONZÁLEZ, J.; ALVIR, M.; QUEIROZ, A.C. Degradabilidade ruminal de alguns subprodutos agroindustriais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2359-2366, 2000 (Supl. 2).

PINHEIRO, R.S.B.; SILVA SOBRINHO, A.G.; MARQUES, C.A.T. YAMAMOTO, S.M. Biometria in vivo e da carcaça de cordeiros confinados. **Archivos de Zootecnia**, v.56, n.216, p.955-958, 2007.

RÉMOND, D.; CABRERA-ESTRADA, J.I.; CHAMPION, M.; CHAUVEAU, B.; COUDURE R.; PONCET, C. Effect of corn particle size on site and extent of starch digestion in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 87, n. 5, 2004.

RODRIGUES, G.H.; SUSIN, I.; PIRES, A.V.; ALENCAR, S.M.; MENDES, C.Q.; GENTIL, R.S. Perfil de ácidos graxos e composição química do músculo *longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com dietas contendo polpa cítrica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1346-1352, 2010.

RODRIGUES, G.H.; SUSIN, I.; PIRES, A.V.; MENDES, C.Q.; URANO, F.S.; CASTILLO, C.J.C. Polpa cítrica em rações para cordeiros em confinamento: características da carcaça e qualidade da carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1869-1875, 2008a.

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**, v.38, n.3, p.789-794, 2008b.

ROONEY, L.W.; PFLUGFELDER, R.L. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. **Journal of Animal Science**, v.63, n.5, p.1607-1623, 1986.

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

SAINZ, R.D. Avaliação de carcaças e cortes comerciais de carne caprina e ovina. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE,1, 2000, João Pessoa - PB. **Anais...** João Pessoa, 2000.

SAS. 2008. SAS/STAT 9.2 **User's Guide**. SAS Institute Inc, Cary, NC.

SEJIAN, V.; LAL, R.; LAKRITZ, J.; EZEJI, T. Measurement and prediction of enteric methane emission. **International Journal Biometeorology**, v. 55, n.1, p.1–16, 2011.

SILVA SOBRINHO, A.G. **Body composition and characteristics of carcass from lambs of different genotypes and ages at slaughter**. 1999. 54 f. (Post-Doctorate in Sheep Meat Production) – Massey University, Palmerston North, 1999.

SILVA SOBRINHO, A.G. **Criação de ovinos**. 2.ed. Jaboticabal:FUNEP, 2001. 302p.

SILVA SOBRINHO, A.G.; OSÓRIO, J.C.S. Aspectos quantitativos da produção de carne ovina. In: SILVA SOBRINHO, A.G.; SAÑUDO, C.; OSÓRIO, J.C.S.; ARRIBAS, M.M.C.; OSÓRIO, M.T.M. **Produção de carne ovina**. Jaboticabal:Funep, 2008b. 228p.

SILVA, M.E.T.; WASZCZYNSKYJ, N.; SOCCOL, C.R.; ROSSI JUNIOR, P.; LIPINSKI, L.C. Degradação da matéria seca e da proteína bruta de silagens de milho sem espigas com cana-de-açúcar e bagaço de mandioca. **Acta Scientiarum Animal Science**, v. 28, n. 4, p. 423-429. 2006.

SILVA, M.M.C.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H.; RODRIGUES, C.A.F.; SARMENTO, J.L.R.; QUEIROZ, A.C.; SILVA, S.P. Suplementação de lipídios em dietas para cabras em lactação: consumo e eficiência de utilização de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.257-267. 2007.

SILVA, M.M.F.; SILVA, V.B.; LANA, A.M.Q.; BORGES, I.; RODRIGUEZ, N.M.; SILVA, V.P.; MARTINS, T.L.T.; CAVALCANTE, L.F.L.; SOUZA, F.A.; FARIA, W.G. Rendimento de órgãos de cordeiros de diferente genéticas e alimentados com dietas com diferentes fontes de fibra. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 19, 2009, Águas de Lindóia - SP. **Anais...** Águas de Lindóia: ZOOTEC, 2009.

SIQUEIRA, E. R.; SIMOES, C.D.; FERNANDES, S. Efeito do sexo e do peso ao abate sobre a produção de carne de cordeiro. Morfometria da carcaça, pesos dos cortes, composição tecidual e componentes não constituintes da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1299-1307, 2001.

SNIFFEN, C.J. CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II – Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.

SOLOMON, R.; CHASE, L.E.; BEN-GHEDALIA D.; BAUMAN, D.E. The effect of nonstructural carbohydrate and addition of full fat extruded soybeans on the concentration of conjugated linoleic acid in the milk fat of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.6, p.1322-1329, 2000.

SOUZA, M.I.L; URIBE-VELÁSQUEZ, L.F.; RAMOS, A.A.; OBA, E. Níveis plasmáticos de colesterol total, lipoproteínas de alta densidade (HDL) e cortisol, e sua biorritmicidade, em carneiros Ideal-Polwarth. **Ciência Animal Brasileira**, v. 7, n. 4, p. 433-438. 2006.

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**, v.69, n.11, p.2941-2947, 1986.

THEURER, C. B.; OLIVEIRA, J. S.; WU, Z.; HUBER, J. T.; SWINGLE, R. S. POORE, M. H.; WANDERLEY, R. C.; ARANA, M.; SULLIVAN, J.; DENIGAN, M.; AL-DEHNEH, A. Steam-flaking with two dietary grain levels improves digestible starch intake and performance by lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.1, p.246, 1991. (Suppl.1).

ÚDEN, P.; COLLUCCI, P.E.; VAN SOEST, P.J. Investigation of chromium, cerium and cobalt as marker in digesta. Rate of passage studies. **Journal of the Science and Food Agriculture**, v.31, n.7, p.625-632, 1980.

URANO, F.S. ; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; MENDES, C.Q.; RODRIGUES, G.H.; ARAÚJO, R.C.; MATTOS; W.R.S. Desempenho e características da carcaça de cordeiros confinados alimentados com grãos de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.10, p.1525-1530, 2006.

VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S. Fermentação Ruminal. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. 2 ed. Jaboticabal:Funep, 2011, 616p.

VAN NEVEL, C.J.; DEMEYER, D.I. Manipulation of ruminal fermentation. In: HOBSON, P.N. **The rumen microbial ecosystem**. Essex: Elsevier, 1988. p.387-443.

VAN SOEST, P.J. **Nutrition ecology of the ruminants**. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON J.P; 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.; ROBERTSON, J.B. **Analysis of forages and fibrous foods**. AS 613 Manual, Department of Animal Science, Cornell University, Ithaca, NY, 1985. 202p.

VERGARA, H.; MOLINA, A.; GALLEGO, L. Influence of sex and slaughter weight on carcass and met quality in light and medium weight lambs produced in intensive systems. **Meat Science**, v.52, n.2, p.221-226, 1999.

VIEIRA, P. F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteína e lipídios em rações**. 1980, 98 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1980.

WITTWER, M,F.; REYES, J.M.; OPITZ, H.; CONTRERAS, B, PEDRO, A.; BOHMWALD, L,H. Determinación de urea en muestras de leche de rebaños bovinos para el diagnóstico de desbalance nutricional. **Archivos de Medicina Veterinaria**, v.25, n.2 p.165-172, 1993.

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**, v.34, n.2, p.703-710, 2005.

YÁÑEZ, E.A.; RESENDE, K.T.; FERREIRA, A.C.D. MEDEIROS, A.N.; SILVA SOBRINHO, A.G.; PEREIRA FILHO, J.M.; TEIXEIRA, I.A.M.A.; ARTONI, S.M.B. Utilização de medidas biométricas para predizer características da carcaça de cabritos Saanen, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1564-1572, 2004.

YOKOYAMA, M. T.; JONSON, K. A. Microbiologia del rumen e intestino. In: Church, D.C. **El ruminante. Fisiologia digestiva y nutrición**. Zaragoza, Espanha: Acriba, 1993, 305p.