



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

EDUARDO LUCAS TERRA PEIXOTO

**ÓLEO RESIDUAL DE FRITURAS NA ALIMENTAÇÃO DE
CORDEIROS**

Londrina
2014

EDUARDO LUCAS TERRA PEIXOTO

**ÓLEO RESIDUAL DE FRITURAS NA ALIMENTAÇÃO DE
CORDEIROS**

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em
Ciência Animal, área de concentração em Produção
Animal da Universidade Estadual de Londrina,
como requisito parcial para obtenção do título de
doutor.

Orientadora: Profa. Dra. Ivone Y. Mizubuti

Londrina
2014

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

P379o Peixoto, Eduardo Lucas Terra.
Óleo residual de frituras na alimentação de cordeiros / Eduardo Lucas Terra
Peixoto. – Londrina, 2014.
99 f. : il.

Orientador: Ivone Yurika Mizubuti.
Coorientador: Edson Luis de Azambuja Ribeiro.
Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina,
Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, 2014.
Inclui bibliografia.

1. Cordeiro – Alimentação e rações – Teses. 2. Lipídios na nutrição animal –
Teses. 3. Carne ovina – Qualidade – Teses. 4. Carne – Carcaça – Teses. 5. Nutrição
animal – Teses. I. Mizubuti, Ivone Yurika. II. Ribeiro, Edson Luiz de Azambuja.
III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa
de Pós-Graduação em Ciência Animal. IV. Título.

CDU 636.085:636.3

EDUARDO LUCAS TERRA PEIXOTO

**ÓLEO RESIDUAL DE FRITURAS NA ALIMENTAÇÃO DE
CORDEIROS**

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em
Ciência Animal, área de concentração em Produção
Animal da Universidade Estadual de Londrina,
como requisito parcial para obtenção do título de
doutor.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Profa. Dra. Ivone Yurika Mizubuti
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Edson Luis de Azambuja Ribeiro
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Profa. Dra. Ana Paula de Souza Fortaleza
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Sandra
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Valter Harry Bumbieris Júnior
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, 03 de junho de 2014

*À minha amada companheira e esposa Elizabeth dos Santos Moura,
pela amizade, apoio, amor, carinho, atenção, incentivo incomparável,
ajuda, dedicação e compreensão.*

*A jornada foi difícil, muitos obstáculos superamos e momentos únicos
que certamente marcaram nossa história.*

*A você que tanto me amou e me apoiou nessa caminhada, não existem palavras para
expressar o tamanho do amor e da gratidão que sinto.
O que sei é que juntos e de mãos dadas chegamos até aqui e a vitória também é sua.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus por traçar o meu destino e conduzir minha vida, permitindo a realização desse sonho;

À minha orientadora, professora Ivone Yurika Mizubuti, por desde o primeiro contato acreditar em mim, pelo apoio, pela confiança, pelos ensinamentos, pelo exemplo de pessoa, pela experiência e ética profissional;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão da bolsa de estudos;

Ao Programa de Pós Graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina e a todos os docentes pela oportunidade, pelo auxílio e pelos ensinamentos transmitidos;

Ao professor Edson Luís de Azambuja Ribeiro pela colaboração e orientação;

Aos meus grandes amigos do coração André, Patrícia e as pequenas Lavínia e Cecília que ao longo dessa caminhada fez com que nossa amizade transcendesse, nos tornando uma grande família, com muito amor, amizade, conversas e ensinamentos, regados a muitos litros de tererés acrescido de um saboroso cafezinho de final de tarde;

Aos amigos que aqui criei Francisco Fernandes Júnior, Camila Constantino, Suéllen Córdoba, Mirna Syperrek, Mauricius Pegoraro, Fernando Massaro Júnior, Tânia Mara, Juan Carlos Henao Zambrano e Vinicius Moreno que nossa amizade possa continuar mesmo com a distância que nos será inevitável, que possamos nos encontrar novamente nos caminhos da vida;

Aos estagiários, Larissa Nóbrega, Matheus Capelari, Flávio Costa de Souza, Carlos Melanda, Débora Dias de Carvalho, Camila Bortoliero, Aretha, Victor Pasquale, Sofia Ribeiro, Rafael Zanon Nogueira, Roberta Benvenuto Pereira e Anaïs Sénat pela ajuda na condução da fase experimental;

Aos meus pais, por transmitirem os princípios da educação, pela força, amor e confiança;

Aos meus irmãos Natália e Giovanni e todos os familiares, que compreenderam a minha ausência e sempre torceram pelo sucesso deste trabalho.

Aos funcionários do laboratório de análises bromatológicas, Tânia Mara e Fernando Massaro Júnior pela colaboração, solicitude e amizade.

À funcionária da secretaria da pós-graduação Helenice, por sempre estar solucionando as questões burocráticas que por ventura da jornada acadêmica surgiram.

Às pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste estudo e a conclusão do curso.

E àqueles que porventura eu tenha esquecido

A todos vocês meu sincero e muito obrigado!

Momentos...

É exatamente disso que a vida é constituída...

Momentos que temos que passar
Sendo bons ou ruins, para nosso aprendizado.

Nunca esquecendo do mais importante:

Nada nessa vida é por acaso.

Absolutamente nada.

Por isso, temos que nos preocupar

Em fazer nossa parte
Da melhor maneira possível.

A vida nem sempre segue a nossa vontade,

Mas ela é perfeita
Naquilo que tem que ser.

Padre Marcelo Rossi

PEIXOTO, Eduardo Lucas Terra. **Óleo residual de frituras na alimentação de cordeiros**. 2014. 99 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos dos teores de inclusão de óleo residual de frituras (ORF) na alimentação, desempenho e características de carcaça e qualidade da carne de ovinos em confinamento. Foram avaliados os níveis de 0; 20; 40; 60 e 80 g kg⁻¹ (base da MS total da ração) de inclusão de ORF às dietas. As dietas foram formuladas para serem isoprotéicas com relação volumoso: concentrado de 60:40, tendo como fonte volumosa silagem de sorgo. No primeiro e segundo artigo foram utilizados cinco carneiros castrados distribuídos em um Quadrado Latino (5 x 5). Nestes estudos avaliou-se: consumo e digestibilidade dos nutrientes, parâmetros de fermentação ruminal, balanço de nitrogênio, e parâmetros do comportamento ingestivo dos animais. Nos artigos três e quatro foram utilizados 40 cordeiros distribuídos em delineamento inteiramente casualizado. Foi feita pesagem dos animais, para obtenção do peso final, do ganho de peso médio diário e da conversão alimentar. Foram realizadas coletas de sangue para quantificar os níveis de glicose, triglicerídeos, ureia, creatinina, aspartato aminotransferase, gama-glutamyltransferase, fosfatase alcalina, bilirubinas, proteínas totais, albumina e globulinas. Foram realizadas avaliações de carcaça e o *Longissimus dorsi* foi retirado para análises de qualidade da carne. Houve efeito linear decrescente no consumo de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos totais (CHT) e carboidratos não fibrosos (CNF). Houve efeito linear crescente para o consumo de extrato etéreo (EE). A digestibilidade da MS, MO, PB, FDN, CHT, CNF, assim como a excreção urinária de nitrogênio, retenção de nitrogênio e os parâmetros de fermentação ruminal não foram afetados pela adição de ORF. Não houve efeito da adição do ORF sobre o tempo de alimentação, ruminação e ócio, nas variáveis relativas a mastigação merícica e eficiência de alimentação. Houve efeito linear decrescente para a eficiência de ruminação da MS e da FDN. Os teores de ORF afetou negativamente o desempenho produtivo. Os níveis plasmático de glicose, globulina, triglicerídeos, creatinina e a fosfatase alcalina tiveram efeito quadrático com a inclusão de ORF nas dietas tendo como pontos de máxima 13,2; 43,6; 50,0; 30,7 e 27,7 g kg⁻¹, respectivamente. A albumina esteve ligeiramente abaixo da faixa considerada ótima para a espécie ovina que é de 2,4-3,0 g dL⁻¹. Os teores de ORF afetou de modo linear decrescente os pesos, as avaliações das carcaças e as medidas aferidas no *Longissimus dorsi*. As carnes apresentaram intensidade de odor moderado, boa maciez, pouca à moderada suculência e moderada aceitabilidade. Conclui-se que a adição de ORF em dietas para carneiros pode afetar a ingestão de nutrientes, sem no entanto, afetar a digestibilidade dos nutrientes, balanço de nitrogênio, os parâmetros de fermentação ruminal, as atividades de ingestão, ruminação e ócio, bem como, os parâmetros da mastigação merícica, mas causa uma redução na eficiência de ruminação, no desempenho e nos parâmetros metabólicos sanguíneos dos animais e nos parâmetros da carcaça, sem afetar a qualidade da carne.

Palavras-chave: Coprodutos. Lipídeos. Desempenho. Carcaça. Nutrição.

PEIXOTO, Eduardo Lucas Terra. **Residual frying oil in lambs feeding**. 2014. 99 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the feeding, performance, carcass characteristics and meat quality in lambs fed diets containing different levels of residual frying oil (RFO). Levels of 0, 20, 40, 60 and 80 g kg⁻¹ dry matter base of RFO in the diets of lambs were evaluated. Diets were formulated to be isonitrogenous with roughage: concentrate ratio of 60:40, with the sorghum silage. Five castrated lambs, distributed in a Latin square (5x5) design, were used in the first and second articles. In these studies were evaluated: intake and digestibility of nutrients, ruminal fermentation, nitrogen balance and intake behavior. 40 lambs were used in a randomized design at third and fourth articles. Weighing of the animals to obtain the final weight of the average daily weight gain and feed conversion was taken. Blood collections to quantify the levels of glucose, triglycerides, urea, creatinine, aspartate aminotransferase, gamma-glutamyl transferase, alkaline phosphatase, bilirubin, total protein, albumin and globulin were performed. Carcasses were evaluated and the *Longissimus dorsi* was removed for analyzes of meat quality. There was a decreasing linear effect on the intake of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), total carbohydrates (TCH) and nonfibrous carbohydrates (NFC). There was an increased linear intake of ether extract (EE). The digestibility of DM, OM, CP, NDF, TCH and NFC, as well as urine nitrogen excretion, nitrogen balance and ruminal parameters, were not influenced by different levels of RFO in the diet. There was no difference for the time spent feeding, ruminating, being idle, chewing parameters and feeding efficiency. The efficiency of rumination for dry matter and neutral detergent fiber showed a decreased linear effect. The levels of RFO affected negatively the productive performance. The plasma levels of glucose, globulin, triglycerides, creatinine and alkaline phosphatase were affected by the inclusion of the dietary RFO observed quadratic effect and having as points of maximum 13.2, 43.6, 50.0, 30.7 and 27.7 g kg⁻¹ DM, respectively. Albumin was slightly below the range considered ideal for the sheep which is 2.4-3.0 g dL⁻¹. The levels of RFO affected linearly decreasing the weights, assessments of carcasses and the measurements taken in the *Longissimus dorsi*. The meats presented moderate odor intensity, good softness, juiciness low to moderate and moderate acceptability. It can be concluded that the addition of RFO to the diets of sheep can affect nutrient intake without affecting the digestibility of nutrients, nitrogen balance, ruminal fermentation parameters, the activities of eating, ruminating and idling as well as parameters chewing. Causes a reduction in rumination efficiency, performance and metabolic parameters in blood of animals and carcass characteristics without affecting the quality of meat.

Keywords: By-products. Lipids. Performance. Carcass. Nutrition.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

**ARTIGO 2: INGESTIVE BEHAVIOR OF LAMBS FED DIETS WITH
DIFFERENT LEVELS OF RESIDUAL FRYING OIL**

Figure 1 – Time spent feeding (a) and ruminating (b) at various periods of the day..... 50

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1: RESIDUAL FRYING OIL IN THE DIETS OF SHEEP: INTAKE, DIGESTIBILITY, NITROGEN BALANCE AND RUMINAL PARAMETERS

Table 1 – Food and chemical compositions in the dry matter base of diets containing different levels of residual frying oil for lambs.....	31
Table 2 – Means, regression equations, regression coefficients and variance coefficients for nutrient intake by lambs with diets containing different levels of residual frying oil.....	34
Table 3 – Nutrients digestibility of diets of lambs containing different levels of residual frying oil.....	35
Table 4 – Intake, excretion and nitrogen balance in lambs fed diets with different levels of residual frying oil.....	37
Table 5 – Percentage of colors, means for reductive bacterial activity, pH and ammonia nitrogen of ruminal fluid of lambs fed diets with different levels of residual frying oil at three collection times.....	38

ARTIGO 2: INGESTIVE BEHAVIOR OF LAMBS FED DIETS WITH DIFFERENT LEVELS OF RESIDUAL FRYING OIL

Table 1 – Food and chemical compositions in the dry matter base of diets containing different levels of residual frying oil for lambs.....	46
Table 2 – Total time spent feeding, ruminating and resting, dry matter and neutral detergent fiber intake, total chewing time (minutes), number of ruminated boluses (number day ⁻¹), chewing (number day ⁻¹), chews for bolus and mean time of rumination by bolus (seconds) in sheep fed diets containing different levels of residual frying oil.....	49
Table 3 – Feeding and rumination efficiency of dry matter (DM) and neutral detergent fiber (NDF) in sheep fed diets containing different levels of residual frying oil.....	52

ARTIGO 3: DESEMPENHO PRODUTIVO E PARÂMETROS SANGUÍNEO DE OVINOS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO ÓLEO RESIDUAL DE FRITURAS

Tabela 1 – Composição química dos alimentos e da rações com base na matéria seca das dietas para carneiros contendo teores de inclusão de óleo residual de frituras.....	59
Tabela 2 – Desempenho produtivo de cordeiros alimentados com teores de óleo residual de frituras na dieta	62
Tabela 3 – Parâmetros metabólicos sanguíneo de ovinos alimentados com dietas contendo teores de óleo residual de frituras	65

ARTIGO 4: CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA E QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO TEORES DE ÓLEO RESIDUAL DE FRITURAS

Tabela 1 – Composição química dos alimentos e da rações com base na matéria seca das dietas para carneiros contendo teores de inclusão de óleo residual de frituras.....	76
Tabela 2 – Características de carcaça de cordeiros confinados, de acordo com os teores de óleo residual de frituras na dieta.....	80
Tabela 3 – Medidas biométricas e rendimento da paleta de cordeiros confinados alimentados com rações contendo teores de óleo residual de frituras.....	83
Tabela 4 – Parâmetros do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de cordeiros alimentados com rações contendo teores de óleo residual de frituras.....	84
Tabela 5 – Composição centesimal do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de cordeiros alimentados com rações contendo teores de óleo residual de frituras.....	86
Tabela 6 – Avaliação sensorial do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de cordeiros alimentados com rações contendo teores de óleo residual de frituras	88

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
3	OBJETIVOS	27
	OBJETIVO GERAL	27
	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	27
4	ARTIGOS	28
	4.1 RESIDUAL FRYING OIL IN THE DIETS OF SHEEP: INTAKE, DIGESTIBILITY, NITROGEN BALANCE AND RUMINAL PARAMETERS	28
	4.2 INGESTIVE BEHAVIOR OF LAMBS FED DIETS WITH DIFFERENT LEVELS OF RESIDUAL FRYING OIL	43
	4.3 DESEMPENHO PRODUTIVO E PARÂMETROS SANGUÍNEO DE OVINOS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO ÓLEO RESIDUAL DE FRITURAS	55
	4.4 CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO TEORES DE ÓLEO RESIDUAL DE FRITURAS	71
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	92
	ANEXOS	93
	ANEXO A – NORMAS PARA PREPARAÇÃO DE TRABALHOS CIENTÍFICOS PARA PUBLICAÇÃO NA REVISTA: ANIMAL SCIENCE JOURNAL	94
	ANEXO B – NORMAS PARA PREPARAÇÃO DE TRABALHOS CIENTÍFICOS PARA PUBLICAÇÃO NA REVISTA: ANIMAL PRODUCTION SCIENCE	97

1 INTRODUÇÃO

Os lipídeos são compostos orgânicos constituídos de óleos ou gorduras, solúveis em solventes orgânicos, assim como benzeno, éter ou clorofórmio, e insolúveis em água (Redá; Carneiro, 2007). Na natureza, são grupos de compostos encontrados em células de origem animal, vegetal e microbiana e, dentre as mais variadas funções, destacam-se as funções estruturais e hormonais, como: transportar vitaminas lipossolúveis, veicular e fornecer ácidos graxos essenciais, além de melhorar a palatabilidade do alimento, diminuir o volume da alimentação e a poeira produzida por concentrados farelados e fornecer mais calorias por grama de alimento.

A gordura é um nutriente fundamental, e também importante componente do sistema de produção de carne, pois a eficiência de produção, a precocidade, o acabamento da carcaça, os rendimentos de cortes, a maciez e a suculência do produto estão relacionados à quantidade e local de deposição de gordura (Berndt et al., 2002). Há indícios de que o tipo de dieta fornecida ao animal altera a composição de lipídios da carcaça e do leite de bovinos, o que permitiria manipular a composição da fração gordurosa das carcaças dos animais (French et al., 2000).

Existem relatos sobre a utilização de óleos vegetais na alimentação de ruminantes, principalmente como fonte complementar ao fornecimento energético das rações para os animais. Como fonte de lipídio alternativa, pode ser citado o óleo vegetal proveniente do processo de frituras, que ao contrário de outros resíduos alimentares, não é biodegradável e o seu descarte se torna um sério problema para as donas de casa, gerentes de lanchonetes e restaurantes e indústrias. Um dos grandes apelos para a inclusão de fontes de gordura na alimentação de ruminantes é que o fornecimento de lipídeos na dieta frequentemente melhora a eficiência de conversão de alimentos, ou seja, para uma dieta com gordura pode ser necessário menor consumo de matéria seca para cada quilo de ganho.

Dado ao exposto pretende-se com este estudo, avaliar os efeitos de dietas contendo diferentes teores de inclusão de óleo residual de frituras sobre os aspectos nutricionais, parâmetros de desempenho, rendimentos e qualidade da carcaça de ovinos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Há aproximadamente 10.000 anos, os ovinos selvagens encontravam-se em regiões elevadas como na Europa Central, nos Himalaias, entorno do Estreito de Bering e nas montanhas rochosas da América do Norte. A espécie foi um das primeiras a ser domesticada e sua criação oferecia carne, leite e lã para os produtores (Zeder, 2008).

Atualmente, os países com maiores efetivos de ovinos, respectivamente, são: China, Índia, Austrália, Sudão, Irã, Nigéria, Reino Unido e Nova Zelândia (FAO, 2012). Países como Austrália e Nova Zelândia são reconhecidos por desenvolverem sistemas de produção de carne e lã além de técnicas produtivas e raças especializadas de animais que se difundiram pelo mundo, dando impulso para exploração econômica mundial da ovinocultura (Viana, 2008).

Dos 20 maiores produtores mundiais, o Brasil ocupa a 19^o posição, montante este que representa 1,4% de todo rebanho mundial (FAO, 2012). O rebanho efetivo de ovinos do Brasil está em torno de 17,4 milhões de cabeças ovinas (IBGE, 2012). Desse total, 9,3 milhões de cabeças estão no Nordeste e 5,0 milhões no Sul. Numa perspectiva regional, o Nordeste dispõe do maior número de ovinos, contudo, entre os estados com maior produção, em primeiro está o Rio Grande do Sul, com 4,1 milhões de cabeças ovinas (IBGE, 2012).

Com o aumento do poder aquisitivo da população e o aumento do consumo de carne pela população urbana, acarretou na ascensão da comercialização da carne ovina, a qual mostrou uma nova alternativa para ovinocultura (Viana; Silveira 2008). Mesmo com esse mercado aquecido, a ovinocultura ainda sofre devido à baixa competitividade no mercado internacional, além de apresentar sérias dificuldades para suprir a atual demanda interna sem recorrer a contínuas importações. Esta situação é devido à baixa qualidade da carne produzida, os altos custos da produção e a baixa escala de produção (Calvete; Villwock 2007). Além disso, possui entraves que impedem o devido desenvolvimento, como a presença de pequenos lotes com falta de homogeneidade corporal, de peso e de idade de terminação e a informalidade da comercialização dos produtos (Osório et al. 2002, Pereira Neto 2004, Silveira 2005).

O confinamento permite aumentar a taxa de lotação da propriedade, melhorar as condições alimentares do rebanho (Frescura et al., 2005) e disponibilizar carne ovina de qualidade no período de entressafra. Porém, o uso excessivo de concentrados, só se aplica a ovinocultores com nível mais alto de gerenciamento e investimento (Poli et al., 2008). Por esta razão, Oliveira et al. (2003) sugeriram como alternativa a terminação de cordeiros em

confinamento, objetivando aumento na produção de carne ovina com qualidade desejável.

Entretanto, a prática do confinamento é uma estratégia que requer altos investimentos, principalmente relacionados à alimentação. Segundo Arthur et al. (2004), o fornecimento de alimentos é o input de maior custo na maioria dos empreendimentos pecuários, principalmente os mais intensivos. Desta forma, a utilização de alimentos alternativos torna-se uma necessidade crescente nos sistemas de produção em confinamento a fim de reduzir os custos com a nutrição dos animais. Com a elevação do custo da alimentação, verificada nos últimos anos, a engorda em confinamento teve suas margens de lucro diminuídas, e para deixá-la economicamente viável, faz-se necessário o uso de técnicas que tragam maior eficiência na transformação do alimento em carne.

Os ingredientes concentrados mais utilizados na nutrição de animais ruminantes, na sua essência são derivados da soja e do milho, alimentos estes também utilizados na por outras espécies animais. A participação destes ingredientes, nem sempre apresenta uma razão de custo mínimo, o que pode tornar o custo da alimentação mais oneroso no sistema de produção.

A fim de contribuir com a redução de custos no sistema de produção muitos avanços tem sido obtidos na área da nutrição animal, principalmente no tocante ao conhecimento da composição dos alimentos, das exigências nutricionais dos animais, da digestão e absorção dos nutrientes e utilização de produtos alternativos.

Nas últimas décadas tem sido crescente a preocupação com o efeito poluente de fontes lipídicas como o óleo vegetal proveniente do processo de frituras, que diferente de outros resíduos orgânicos não é biodegradável. Uma vez lançado no esgoto causa entupimento das tubulações e quando alcança as fontes aquíferas como rios e lagoas, o óleo, que é mais leve do que a água, fica na superfície criando uma barreira que dificulta a entrada de luz e a oxigenação da água, causando a eutrofização do ambiente, tornando desde modo, impróprias para o consumo.

Estima-se que o consumo médio per capita de óleo vegetal comestível no Brasil seja de 20 litros por ano. Isso significa que para a população atual brasileira que é de 190,7 milhões de habitantes (IBGE, 2010) o consumo anual de óleo no Brasil seja de 3,7 bilhões de litros (USDA, 2008). Admitindo-se que no processo de frituras ocorra uma perda de 50% o volume final descartável será de 1,9 bilhão de litros, no entanto apenas 2,5 a 3,5% são reciclados (COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2010).

O óleo de fritura ou de descarte doméstico, comercial e industrial é composto por

óleos vegetais, predominantemente, o de soja, e gordura animal. Trata-se, portanto, de um resíduo de característica físico-química variável dependendo da origem, matéria prima da fonte lipídica da qual se originou, processamento, tempo e temperatura utilizados no processo de fritura (JORGE et al., 2005; MALACRIDA; JORGE 2006; PINTO et al., 2003).

O óleo de frituras está entre os resíduos que ainda não possuem um método bem definido de descarte, coleta, tratamento e disposição final. Ao ser despejado no ralo, o óleo vai formando crostas de gordura na tubulação residencial e nas redes de esgoto, causando entupimentos e outros tipos de poluição, como poluição dos rios e dos solos. Segundo Mognato e Martins (2007), quando o óleo chega aos rios ele fica na superfície da água e dificulta a entrada da luz, a oxigenação das águas e altera o pH, provocando mortes de animais, plânctons e vegetais, comprometendo toda à base da cadeia alimentar aquática. Quando atinge o solo, o óleo dificulta o escoamento da água das chuvas aumentando a ocorrência de enchentes, já que ele tem a capacidade de impermeabilizar o solo.

O óleo residual de frituras (ORF) tem sido reaproveitado na fabricação de sabão e produção de biodiesel. No entanto, uma forma mais nobre de destino seria a inserção na alimentação animal, pois, o resíduo seria transformado em alimentos e fonte de renda, e por outro lado, poderia reduzir os efeitos danosos gerado pelo ORF no meio ambiente.

Dentre os benefícios da utilização da inclusão de óleo na nutrição de ruminantes destacam-se: redução nos custos de produção, aumento na densidade energética da dieta, melhor utilização de nutrientes, manipulação da composição em ácidos graxos do leite e da carne, além de impedir as consequências negativas da inclusão de grandes quantidades de concentrados energéticos na alimentação destes animais, inibição da produção de metano, aumento na eficiência de síntese microbiana, aumento de ácido 16nstauro conjugado (CLA) no leite e na carne, que tem sido considerado um importante agente anticarcinogênico e transformação de uma fonte poluente em alimentos de alto valor biológico. Porém, o óleo também apresenta efeitos indesejáveis, como a redução na digestibilidade da matéria seca (MS) e a redução na relação acetato:propionato, com consequente diminuição da gordura do leite (Rodrigues Filho, 2011; Carvalho, 2009; Silva et al. 2007).

À exceção dos grãos, a maioria dos alimentos utilizados na nutrição de ruminantes contém baixas proporções de lipídios, com valores que variam de 1 a 4% da MS (Van Soest, 1994). A inclusão de lipídios em níveis acima de 5% da matéria seca em rações para animais ruminantes está relacionada a alterações nos padrões de fermentação ruminal (Cenkvari et al., 2005). No entanto, este valor varia em função da digestibilidade de cada fonte de gordura, sendo o grau de insaturação o fator que mais interfere na digestibilidade dos ácidos graxos.

Ao avaliar o efeito da reutilização de óleo de soja sobre o consumo e digestibilidade de nutrientes ofertados em dietas de cabras, Nepomuceno et al., (2009) concluíram que o resíduo de óleo de soja após seu uso em frituras pode ser incorporado em até 10% do concentrado em ração de cabras.

Carvalho (2009) utilizou óleo de soja residual após o processo de fritura em dietas para cabritos de corte a fim de avaliar o efeito no ganho de peso e na composição da carcaça desses animais, e concluiu que a inclusão de óleo de soja reciclado na alimentação desses animais pode ser recomendada até o nível de 10% de inclusão sobre a matéria seca total do concentrado, sem alterar o ganho de peso, o rendimento e as características da carcaça, em comparação com os cabritos que não recebem óleo de soja.

Nelson et al. (2004) avaliaram os efeitos da suplementação de óleo de fritura e sebo em dois níveis de feno de alfafa em dietas à base de cevada sobre o desempenho e qualidade da carne de novilhos e verificaram que o óleo de fritura aumentou a energia da dieta, melhorou o desempenho e aumentou gordura na carcaça, porém, a gordura dietética e o feno não afetaram a maioria das avaliações como, retenção de água, estabilidade da cor, e palatabilidade de carne bovina. Além disso, os autores concluíram que a óleo de fritura se constitui numa fonte de gordura poliinsaturada para alimentação de bovinos, para produzir carcaça com maior grau de marmoreio comparativamente ao sebo, sem afetar palatabilidade e a vida de prateleira da carne.

Em outro trabalho Nelson et al. (2008), mantiveram os tratamentos utilizados no ensaio de 2004, substituindo apenas a cevada pelo milho nas dietas com óleo de fritura suplementar e observaram resultados semelhantes para desempenho e característica de carcaça. Em relação aos atributos qualitativos da carne observaram alteração no conteúdo de ácidos graxos da carne, que aumentou o sabor da carne, sem afetar a umidade, conservação e propriedades de cozimento da carne.

O consumo e a digestibilidade são dois dos principais componentes que determinam a qualidade de um alimento. A produção animal é determinada pelo consumo de matéria seca, valor nutritivo dos alimentos, digestibilidade e eficiência de utilização dos nutrientes digeridos (Silveira, 2006). O consumo de matéria seca constitui o primeiro ponto determinante do ingresso de nutrientes necessários ao atendimento das exigências de manutenção e produção animal, sendo a composição química e a digestibilidade, parâmetros importantes para avaliação do valor nutritivo do alimento, principalmente quando se trata de um coproduto. Estes, ao serem utilizados para substituírem alimentos tradicionais como o farelo de soja e o milho, podem interferir no consumo, na digestibilidade de nutrientes e na

atividade da microbiota ruminal. De acordo com Valadares Filho et al. (2000), a caracterização do valor nutritivo dos alimentos tem grande importância para a nutrição animal, pois possibilita inferir sobre sua utilização para os animais.

Os fatores relacionados ao consumo estão relacionados com o tempo de alimentação, enchimento do rúmen, pH do conteúdo do rúmen, deficiências de nitrogênio, elevadas produções de ácido acético em dietas ricas em fibras, taxa hepática de propionato e carência de outros nutrientes envolvidos no mecanismo de digestão (Van Soest, 1994). Outros fatores que influenciam na ingestão de alimentos incluem as condições de alimentação, que se refere à competição por espaço no cocho, alimento e água, disponibilidade de alimento, tempo de acesso ao alimento e frequência de alimentação (Albright, 1993; NRC, 2001).

Medidas de digestibilidade têm contribuído significativamente para o desenvolvimento de sistemas para descrever o valor nutritivo dos alimentos (Van Soest, 1994). Entretanto, alguns fatores podem afetar a digestão ruminal desses compostos, incluindo aqueles relacionados às características físico-químicas da parede celular vegetal, a taxa de passagem da digesta para os intestinos e as variações na microbiota ruminal e nas características físico-químicas do rúmen.

Os fatores que influenciam a digestibilidade estão relacionados com a composição dos alimentos e, assim como o efeito associativo entre alimentos, preparo e forma de fornecimento da ração, taxa de degradação, relação proteína:energia, consumo de alimentos, proporção e digestibilidade da parede celular, composição da dieta, local da digestão, natureza dos produtos finais absorvidos e a extensão dos nutrientes perdidos durante o processo de digestão e absorção (Alves et al., 2003).

O nitrogênio (N), presente no compartimento ruminal, pode ser de origem endógena ou dietética. O N de origem endógena é derivado da reciclagem da ureia, das células epiteliais de descamação e do processo de lise das células microbianas. O N dietético é composto pela proteína verdadeira e pelo nitrogênio-não-proteico (NNP), pertencente ao alimento. Russell et al. (1992) relataram que os microrganismos do rúmen, especialmente os celulolíticos, utilizam a amônia para efetuar a síntese de proteína microbiana. Assim, a presença do N amoniacal, no ambiente ruminal, é fator fundamental, desde que esteja associada a uma fonte de energia adequada. Quando há desequilíbrio entre o N e a energia no rúmen, a excreção dos compostos nitrogenados aumenta, ocorrendo também aumento na produção de uréia, que envolve custo energético, além de perda de N.

A concentração de ureia encontrada na urina está correlacionada positivamente às concentrações de N no plasma e com a ingestão de N (Van Soest, 1994), constituindo-se num

indicativo da eficiência de utilização do N ruminal. Ela pode também ser utilizada como parâmetro para observação de equilíbrio ou desequilíbrio na relação proteína:energia da dieta (Broderik, 1995).

A amônia produzida, no rúmen, segundo Harmeyer e Martens (1980), é proporcional à quantidade de ureia formada no fígado; e a concentração de ureia plasmática também está diretamente relacionada ao aporte proteico e à relação proteína:energia da dieta. Os mesmos autores relataram que a quantidade de ureia excretada pelos rins depende de fatores como: concentração plasmática de ureia, taxa de filtração glomerular e reabsorção tubular de ureia, e o principal regulador da excreção da uréia pela urina é a concentração plasmática. Portanto, o balanço dos compostos nitrogenados permite avaliar o estado nutricional dos animais por meio dos produtos absorvidos e da extensão das perdas excretadas, o que poderá ter reflexo na sua resposta produtiva.

Outro aspecto que deve ser analisado ao estudar coprodutos são os parâmetros do fluido ruminal, na expectativa de encontrar meios de melhorar a eficiência do sistema de produção por meio da inter-relação dieta e microrganismos. Para Borges et al. (2002) e Costa et al. (2008), a análise do fluido ruminal é de indiscutível valor no diagnóstico de enfermidades ligadas ao aparelho digestivo dos ruminantes, especialmente aquelas dos compartimentos pré-gástricos, pois a microbiota do rúmen é altamente sensível às alterações externas e internas às quais rotineiramente estão submetidos os animais. Segundo Donato et al. (1999), o conteúdo do rúmen pode ser verificado quanto aos aspectos físicos (cor, odor, consistência, tempo de sedimentação e flotação) e quanto às características químicas (pH, fermentação de glicose, redução de nitritos e prova de redução do azul de metileno). Os parâmetros biológicos devem constar da avaliação de bactérias e de protozoários.

O estudo do comportamento ingestivo é uma ferramenta importante na nutrição animal por ser uma variável utilizada para esclarecer problemas relacionados ao consumo, determinar a qualidade da dieta e contribuir com as atividades de manejo e dimensionamento das instalações (Albright, 1993). O conhecimento do comportamento ingestivo poderá contribuir na elaboração de rações e elucidar problemas relacionados com a diminuição do consumo (Carvalho et. Al., 2004).

A duração e a divisão das atividades de ingestão de alimento parecem estar relacionadas ao apetite dos animais, às diferenças anatômicas e ao suprimento das exigências energéticas ou repleção ruminal, as quais, por sua vez, seriam influenciadas pela relação volumoso:concentrado da dieta. O tempo despendido em ruminação também é influenciado pela característica da dieta, sendo diretamente proporcional ao teor de parede celular dos

volumosos. A eficiência de ruminação ou mastigação pode ser reduzida em dietas com elevado tamanho de partícula e alto teor de fibra, devido a maior dificuldade para reduzir o tamanho das partículas originadas destes materiais fibrosos (Van Soest, 1994). A redução do tamanho de partículas influi na taxa de passagem, que estão associadas à mastigação, salivação e motilidade ruminal, as quais, por sua vez, respondem a estimulação tátil. Este estímulo tátil é resultante da fricção da digesta contra a parede ruminal e transmitido através de receptores mecânicos, presentes no retículo e em algumas parte do rúmen. A estimulação tátil proporciona informações a respeito da textura da digesta de tal forma que o uso de dietas moídas e peletizadas ou de concentrados tem sido associado ao menor tempo de ruminação, e conseqüentemente, menor produção de saliva

A ruminação é um sinal de saúde em animais ruminantes, exceto quando dietas deficientes em fibras longas são oferecidas. A ausência de ruminação é um sinal de anormalidade e está presente em situações de stress, doenças ou quando o animal fica muito tempo sem se alimentar (Leek, 1996). Essa característica que os ruminantes tem de influenciar a direção e a frequência da digestão gástrica, depende da textura e volume da dieta. A ruminação, causada por dietas com alimentos fibrosos consistem de um direcionamento positivo. Esse direcionamento positivo envolve o aumento da salivação, motilidade ruminorreticular, eructação, ruminação e enchimento omasal, abomasal e duodenal. A ruminação é altamente correlacionada com o consumo de FDN em bovinos (Welch; Hooper, 1988).

A avaliação do status nutricional de um rebanho pode ser realizada mediante a determinação de alguns metabólitos sanguíneos. A utilização do perfil metabólico em animais de produção atua como um método auxiliar na avaliação de rebanhos com diferentes índices produtivos e reprodutivos, atuando também como uma importante ferramenta no diagnóstico clínico de doenças do metabolismo (Peixoto; Osório, 2007). O perfil metabólico sanguíneo em ruminantes pode ser usado para monitorar a adaptação metabólica e diagnosticar desequilíbrios metabólico-nutricionais. Russel e Rychlik (2001) afirmam que o método mais rápido de avaliar o equilíbrio nutricional de ovinos, em períodos críticos, é a determinação de alguns metabólitos na circulação (Krajnicakova et al., 1995). O monitoramento dos padrões proteico, energético, mineral e hepático em ovinos é uma ferramenta de grande importância para a adequação alimentar e da condição metabólica considerando a pressão do processo de intensificação da produtividade, que em muitos casos promove os desequilíbrios entre o ingresso e egresso dos nutrientes, tornando-se assim um entrave para a produção animal (González, 2000; Ribeiro et al., 2004; Caldeira, 2005).

Dessa forma a formulação de dietas que, de forma adequada e econômica, atendam às exigências fisiológicas e nutricionais de animais ruminantes têm conduzido técnicos e produtores a lançarem mão das mais variadas combinações de alimentos. Essas dietas devem ser elaboradas de maneira a garantir a saúde do animal possibilitando que ele expresse o seu potencial de produção, proporcionando maior lucratividade ao pecuarista e possibilitando, conseqüentemente, a introdução de um produto no mercado com preço acessível à população, sem perder o padrão de qualidade.

Com a introdução do modelo intensivo de produção de carne, houve um aumento nos trabalhos de pesquisa visando obter produtos de melhor qualidade. A qualidade da carne é uma combinação dos atributos sabor, suculência, textura, maciez e aparência, associados a uma carcaça com pouca gordura, muito músculo e preços acessíveis (Silva Sobrinho, 2001). Atualmente, os consumidores estão mais conscientes em relação à própria saúde, exigindo produtos com melhores padrões de qualidade. O mercado tem preconizado a produção de carcaças bem acabadas, porém com uma quantidade menor de gordura, seguindo a especificação mínima necessária para o resfriamento, sem o comprometimento da carne nos frigoríficos, mas ao mesmo tempo seguindo a tendência mundial de consumo de carne magra para a manutenção do bem estar em nível de saúde pública. Ao mesmo tempo, os produtores são estimulados a produzir mais eficientemente produtos de melhor qualidade, de acordo com as novas exigências dos consumidores (Cabral Neto, 2005).

O estudo das carcaças dos animais domésticos prioriza a avaliação de características que estejam diretamente relacionadas aos aspectos quantitativos e qualitativos da porção comestível. Na avaliação das carcaças, o rendimento é geralmente o primeiro índice a ser considerado, expressando a relação percentual entre o peso da carcaça e o peso do animal. Inúmeros fatores afetam o rendimento de carcaça sendo eles, genética, sexo, nutrição e alimentação, além dos ambientais (Franzolin; Silva, 2001). Outros fatores também podem influenciar no rendimento, tais como: metodologia utilizada para sua determinação, os pesos de couro, cabeça e trato gastrointestinal. Além disso, carcaças com maior quantidade de gordura resultam em maior rendimento.

A descrição exaustiva dos caracteres qualitativos da carcaça é uma necessidade, já que os compradores fazem sua eleição de consumo baseados nesses atributos. Além do que, essas características são passíveis de agregar valor ao produto final. A qualidade da carne é resultante da combinação entre sabor, suculência, textura, maciez e aparência, constituintes que exercem influência na aceitação do produto (Madruga, 2000). Dentre os atributos que se relacionam com a aceitação da carne, a concentração de ácidos graxos, os parâmetros físicos como pH, cor, perda de peso na cocção, capacidade de retenção de água, maciez e força de cisalhamento são determinantes.

REFERÊNCIAS

- ALBRIGHT, J.L. Feeding behavior of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.76, n.2, p.485-498, 1993.
- ALVES, K.S.; CARVALHO, F.F.R.; FERREIRA, M.A.; COSTA, R.G.; SANTOS, E.P.; FREITAS, C.R.G.; SANTOS JUNIOR, C.M.; ANDRADE, D.K.B. Níveis de energia em dietas para ovinos Santa Ines: digestibilidade aparente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.6, p.1962-1968, 2003.
- ARTHUR, P.F.; ARCHER, J.A.; HERD, R.M. Feed intake and efficiency in beef cattle: overview of recent Australian research and challenges for the future. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v.44, p.361-369, 2004.
- BERNDT, A.; ALMEIDA, R.; LANNA, D. P. Importância da gordura na eficiência de produção, qualidade da carne e saúde do consumidor. In: ENCONTRO NACIONAL DO NOVILHO PRECOCE, 7., 2002, Cuiabá. **Anais...** 1 CD.
- BORGES, N. C.; SILVA, L. A. F.; FIORAVANTI, M. C. S.; CUNHA, P. H. J.; MORAES, R. R.; GUIMARÃES, P. L.; MARTINS, M. E. P. Avaliação do suco ruminal de bovinos “a fresco” e após 12 horas de conservação. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.3, n.2, p. 57-63, 2002.
- BRODERICK, G.A. **Use of milk urea as indicator of nitrogen utilization in lactating dairy cow**. Washington, D.C.: USDA, Agricultural Research Service: US Dairy Forage Research Center, 1995.
- CABRAL NETO, O. **Características da carcaça, dos cortes comerciais e da carne de bovinos Sindi e Bubalinos Mediterrâneo terminados em confinamento**. 2005. 44p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ.
- CALDEIRA, R.M. Monitoração da adequação do plano alimentar e do estado nutricional em ovelhas. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v.100, p.125-139, 2005.
- CALVETE, R; VILLWOCK, L. H. Perfil da ovinocultura de lã e carne do Rio Grande do Sul e seus desafios para o futuro. In **Anais...** 45º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Londrina, PR, 2007.
- CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, F.F.; VELOSO, C.M.; SILVA, R.R.; SILVA, H.G. O.; BONOMO, P.; MENDONÇA, S.S. Comportamento ingestivo de cabras leiteiras alimentadas com farelo de cacau ou torta de dendê. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.9, p.919-925, 2004.
- CARVALHO, I. N. O. **Óleo de soja residual na alimentação de cabritos**. 2009. 36p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ.
- CENKVÁRI, É.; FEKETE, S.; FEBLE, H. et al. Investigation on the effects of Ca-soaps of oil linseed on rumen fermentation in sheep on milk composition of goats. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Malden, v.89, p.172-178, 2005.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO- SABESP.

Programa de reciclagem de óleo de fritura. Disponível em: <

http://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp_doctos/programa_reciclagem_oleo_completo.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2014.

COSTA, D. P. B.; SILVA, J. C. G.; MOURÃO, R.C.; RODRIGUES, V. C.; COSTA, Q. P. B.; LIMA, E. S. Microrganismos do rúmen de bovinos e bubalinos castrados e inteiros.

PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia, Londrina, v. 2, n. 34, p.1-11, 2008.

DONATO, I. V.; SORES, P. C.; BATISTA, A. M. V.; SILVA, E. P. da; COSTA, J. N.; MARQUES, C. T.; MAIA, F. C. L.; TEIXEIRA, M. N. Aspectos físico-químicos do fluido ruminal de dietas compostas de vagem de algaroveira (*Prosopis fuliflora* D. C.) e capim elefante (*Penisetum purpureum* Shum.) em diferentes proposições. **Ciência Veterinária Tropical**, v.2, n.1, p. 01-06, 1999.

FAO. Estatísticas FAO, 2012. Disponível em:< [http:// http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/home](http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/home) > Acessado em: Abril de 2014.

FRANZOLIN, R.; SILVA, J.R. Níveis de energia na dieta para bubalinos em crescimento alimentados em confinamento. 2. Características de carcaca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.6, p.1880-1885, 2001.

FRENCH, P.; STANTON, C.; LAWLESS, F.; O'RIORDAN, E. G.; MONAHAN, F. J.; CAFFREY, P. J.; MOLONEY, A. P. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass silage, or concentrate-based diets. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 78, p. 2849-2855, 2000.

FRESCURA, R.B.M., PIRES, C.C., ROCHA, M.G., SILVA, J.H.S., MÜLLER, L. Sistemas de alimentação na produção de cordeiros para abate aos 28 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, p.1267-1277, 2005.

GONZÁLEZ, F.H.D. Indicadores sanguíneos do metabolismo mineral em ruminantes. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A.O. (Eds.) **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2000. P. 31-51.

HARMEYER, J.; MARTENS, H. Aspects of urea metabolism in ruminants with reference to the goat. **Journal Dairy Science**, Savoy, v. 63, p. 1707-1728, 1980.

IBGE 2010. Atlas do Censo Demográfico2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Brasília, DF. Disponível em < <http://censo2010.ibge.gov.br/apps/atlas/> > Acesso em 11 abr. 2014.

IBGE 2012. Censo Agropecuário. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Brasília, DF. Disponível em < ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Producao_da_Pecuaria_Municipal/2012/tabelas_pdf/ab04.pdf > Acesso em 11 abr. 2014.

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

KRAJNICA KOVA, M.; BEKEOVA, E.; MARACEK, I.; HENDRICHOVSKÝ, V. Dynamic changes in hematologic parameters in the blood of sheep during estrus synchronization and in the subsequent early pregnancy. **Veterinary Medicine**, Praha, v.40, p.177-180, 1995.

LEEK, B. F. Digestão dos ruminantes. In: **Dukes: fisiologia dos animais domésticos**, 11^a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996, p. 353-389.

MADRUGA M.S. Castrations and slaughter age effects on panel assessment and aroma compounds of the mestiço goats meat. **Meat Science**, Cowra, v. 56, p.117-125, 2000.

MALACRIDA, C. R.; JORGE, N. Influência da relação superfície/volume e do tempo de fritura sobre as alterações da mistura azeite de dendê-óleo de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 724-730, 2006.

MOGNATO, E. A.; MARTINS, H. F. **Elaboração de um projeto para a obtenção de Biodiesel a partir do reaproveitamento de óleo residual de fritura**. 2007. 49 p. Monografia – Faculdades Integradas São Pedro, Vitória, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirement of dairy cattle**, 7. Ed. Washington DC: National Academy Press, 2001. 381p.

NELSON, M. L.; BUSBOOM, J. R.; ROSS, C. F.; O’FALLON, J. V. Effects of supplemental fat on growth performance and quality of beef from steers fed corn finishing diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, p. 936-948, 2008.

NELSON, M. L.; MARKS, D. J.; BUSBOOM, J. R.; CRONRATH, J. D.; FALEN, L. Appearance, water binding, retail storage, and palatability attributes barley-potato product finishing diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, p. 3600-3610, 2004.

NEPOMUCENO, D. D.; DIAS JR, J. C. P.; MOURA, E. S.; et al. Reutilização de óleo de frituras em dietas de cabras. XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, IX Encontro Latino Americano de Pós Graduação e III Encontro Latino Americano de Iniciação Científica Jr, UNIVAP, São José dos Campos, SP, 2009. In. **Anais ... XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, IX Encontro Latino Americano de Pós Graduação e III Encontro Latino Americano de Iniciação Científica Jr**, UNIVAP, São José dos Campos, SP, 2009.

OLIVEIRA, M.V.M., PEREZ, J.R.O., GARCIA, I.F.F., MARTINS, A.R.V. Desempenho de cordeiros das raças Bergamácia e Santa Inês, terminadas em confinamento recebendo dejetos de suínos como parte da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, p. 1391-1396, 2003.

OSÓRIO, J. C.; OSÓRIO, M. T. M.; OLIVEIRA, N.M. **Qualidade, Morfologia e Avaliação de Carcaças**. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS. 196p. 2002.

PEIXOTO, L. A. O.; OSÓRIO, M. T. M. Perfil metabólico proteico e energético na avaliação do desempenho reprodutivo em ruminantes. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.13, n.3, p. 299-304, jul-set, 2007.

PEREIRA NETO, O. **Práticas em Ovinocultura: ferramentas para o sucesso**. SENAR-RS, Porto Alegre. 136p, 2004.

PINTO, E. P.; BORGES, C. D.; TEIXEIRA, A. M; ZAMBIAZI, R. C. Características da batata frita em óleos com diferentes graus de 25nstauração. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 21, n. 2, p. 293-302, jul./dez. 2003.

POLI, C.H.E. C., MONTEIROS, A.L.G., BARROS, C.S., MORAIS, A., FERNANDES, M.A.M., PIAZZETTA, H.V.L. Produção de ovinos de corte em quatro sistemas de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, p. 666-673, 2008.

REDÁ, S. Y.; CARNEIRO, P. I. B. Óleos e gorduras: aplicações e implicações. **Analytica**, São Paulo, v.27, p. 60, 2007.

RIBEIRO, L.A.O.; MATTOS, R.C.; GONZALEZ, F.H.D.; WALD, V.B.; SILVA, M.A.; LA ROSA, L.V. Perfil metabólico de ovelhas Border Leicester x Texel durante a gestação e lactação. **Revista portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v. 99, n. 551, p. 155 -159, 2004.

RODRIGUES FILHO, M. **Características de carcaça e qualidade da carne de tourinhos red norte suplementados com óleos de fritura e de soja**. 2011. 132p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

RUSSEL, J. B.; RYCHLIK, J. L. Factors that alter rumen microbial ecology. **Science**, Washington, v.292, p.1119-1122, 2001.

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: I. Ruminal fermentation. **Journal Animal Science**, Savoy, v. 70, n. 11, p. 3551-3561, 1992.

SILVA SOBRINHO, A. G. **Criação de ovinos. Jaboticabal: Funep**, 2001. 302p.

SILVA, M.M.C.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H. et al. Suplementação de lipídios em dietas para cabras em lactação: consumo e eficiência de utilização de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.1, p.257-267, 2007.

SILVEIRA, H. S. **Coordenação na cadeia produtiva de ovinocultura: o caso do conselho regulador Herval Premium**. 2005. 104p. Dissertação (Mestrado em Agronegócios), Centro de Estudos e Pesquisas em Agronegócios, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS.

SILVEIRA, M.F. **Comparação de métodos in vivo e laboratoriais para estimar o valor nutritivo de dietas para bovinos de corte**. 2006. 65p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS.

USDA – United States Department of Agriculture. **Brazil Oilseeds and Products – Oilseeds Update – October 2008, 2008**. Disponível em <
<http://apps.fas.usda.gov/gainfiles/200810/146296241.pdf>> Acesso em 11 abr. 2014.

VALADARES FILHO, S. de C.; CECON, P.R.; CASALI, A.D.P. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.1, p.236-242, 2000.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2th. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.

VIANA, J. G. A.; SILVEIRA, V. C. P. Análise econômica da ovinocultura na metade sul do Rio Grande do Sul. In **Anais...** 46º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Rio Branco, AC, 2008.

VIANA, J.G.A. Panorama Geral da Ovinocultura no Mundo e no Brasil. **Revista Ovinos**, Porto Alegre, Ano 4, Nº 12, Março de 2008.

WELCH, J.G.; HOOPER, A.P. Ingestion of feed and water. In: CHURCH, D.C. (Ed.). **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: Reston. P.108-116,1988.

ZEDER, M. Domestication and early agriculture in the Mediterranean Basin: Origins, diffusion, and impact. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 105, n. 33, p.11597–11604, 2008.

3 OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Avaliar os efeitos de diferentes teores de inclusão de óleo residual de frituras nos parâmetros nutricionais, desempenho e características de carcaça de ovinos em confinamento.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar o comportamento ingestivo de ovinos submetidos a dietas contendo teores de inclusão de óleo residual de frituras;

Determinar o consumo e a digestibilidade dos nutrientes das dietas com diferentes teores de inclusão de óleo residual de frituras, bem como o balanço de nitrogênio em ovinos;

Determinar os padrões de fermentação ruminal de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes teores de inclusão de óleo residual de frituras;

Determinar os padrões metabólicos sanguíneo de borregos recebendo dietas contendo teores crescente de inclusão de óleo residual de frituras;

Determinar o desempenho e avaliação de carcaça de cordeiros submetidos a dietas contendo teores de inclusão de óleo residual de frituras;

Determinar as características físico-químicas e qualidade da carne de ovinos alimentados com dietas com teores de óleo residual de frituras.

4 ARTIGOS

4.1 RESIDUAL FRYING OIL IN THE DIETS OF SHEEP: INTAKE, DIGESTIBILITY, NITROGEN BALANCE AND RUMINAL PARAMETERS¹

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the intake and nutrient digestibility, nitrogen balance and ruminal fermentation parameters in lambs of diets containing different levels of residual frying oil. Levels of 0, 20, 40, 60 and 80 g kg⁻¹ dry matter base of residual frying oil in the diets of lambs were evaluated. Five castrated lambs with initial body weights of 36.8 ± 3.3 kg, distributed in a Latin square (5x5) design, were used. There was a decreasing linear effect on the intake of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), total carbohydrates (TCH) and nonfibrous carbohydrates (NFC). There was an increased linear intake of ether extract (EE). The apparent digestibility of DM, OM, CP, NDF, TCH and NFC, as well as urine nitrogen excretion, nitrogen balance and ruminal parameters, were not influenced by different levels of residual frying oil in the diet. EE digestibility presented a crescent linear effect. It can be concluded that the addition of residual frying oil to the diets of sheep can affect nutrient intake without affecting the digestibility of most nutrients (with the exception of ether extract), nitrogen balance and ruminal fermentation parameters.

Key words: byproduct, fatty acids, lambs, lipids

¹ Artigo redigido conforme normas do Animal Science Journal (Anexo A).

ÓLEO RESIDUAL DE FRITURAS EM DIETAS PARA OVINOS: CONSUMO, DIGESTIBILIDADE, BALANÇO DE NITROGÊNIO E PARÂMETROS RUMINAIS

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi avaliar o consumo e digestibilidade dos nutrientes, balanço de nitrogênio e parâmetros de fermentação ruminal em cordeiros alimentados com dietas contendo teores de óleo residual de frituras. Foram avaliados os teores de 0, 20, 40, 60 e 80 g kg⁻¹ base da matéria seca de óleo residual de frituras. Foram utilizados cinco cordeiros castrados com peso médio inicial de 36,8 ± 3,3 kg distribuídos em um quadrado latino (5x5). Houve efeito linear decrescente para a ingestão de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos totais (CHT) e carboidratos não fibrosos (CNF). Para o consumo de extrato etéreo (EE) houve efeito linear crescente. A digestibilidade da MS, MO, PB, FDN, CHT e CNF, assim como excreção de nitrogênio na urina, balanço de nitrogênio e parâmetros ruminais não foram influenciados pelos teores de óleo residual de frituras nas dietas. Por outro lado a digestibilidade do EE teve efeito linear crescente. Pode-se concluir que a adição de óleo residual de frituras em dietas para cordeiros pode afetar a ingestão de nutrientes sem afetar a maioria da digestibilidade dos nutrientes (com exceção do extrato etéreo), balanço de nitrogênio e parâmetros de fermentação ruminal.

Palavras-chave: coprodutos, ácidos graxos, cordeiros, lipídeos

INTRODUCCION

Lipids are organic compounds that are composed of fat or oils; are soluble in organic solvents such as benzene, ether or chloroform; and are insoluble in water. Although the total amount of lipid in the diet of ruminants is less than 5%, lipids have a very important role in the energy metabolism of the animals because they are made up of a high proportion of fatty acids. Lipids have 2.25 times more energy than carbohydrates, and therefore, are considered a high concentration of quickly available energy (Silva et al. 2007).

An alternative lipid source, residual vegetable oil from the frying process, in contrast to other surplus food, is nonbiodegradable, and its disposal becomes an environmental, social and economic problem. Residual frying oil (RFO) can be repurposed for the manufacture of soap and biodiesel. However, a more attractive alternative would be its inclusion in animal feed because the residue can be converted into food and into a source of income while also reducing the damaging effects of RFO on the environment.

Another important aspect of residue oil usage in feeds is that the addition of lipids to ruminant feed frequently improves the feed-conversion efficiency; in other words, diets containing fat may require a lower dry matter intake for body weight gain (Valinote et al., 2005).

On the other hand, the inclusion of lipids at levels greater than 5% of the dry matter in ruminant diets is related to changes in rumen fermentation (Cenkvarì et al., 2005). However, this value varies, depending on the digestibility of each fat source, and the degree of unsaturation is the factor that most affects fatty acid digestibility.

The objective of this study was to evaluate the intake, nutrient digestibility, nitrogen balance, and ruminal fermentation parameters in lambs with diets containing different levels of residual frying oil.

MATERIAL AND METHODS

The experiment was carried out at the ruminant metabolism sector of the farm school of the Londrina State University, Paraná, Brazil. Analyses of the collected material were carried out at the Animal Nutrition Laboratory of the Londrina State University, Brazil. All protocols for the research has been approved by Animal Ethic Committee at the same institution wonder register number CEUA 46/12 process 28732/11.

Inclusion levels of 0, 20, 40, 60 and 80 g kg⁻¹ DM base of residual frying oil in diets for lambs were evaluated. Diets were formulated to be isonitrogenous (Table 1) and were increased by 10% to the requirements according to the NRC (2007). All diets were kept at a forage:concentrate ratio of 60:40, where the source of forage was sorghum silage and the concentrate ration sources were, corn, wheat bran, soybean meal, a vitamin and mineral mixture, and residual frying oil (Table 1).

Table 1 – Food and chemical compositions in the dry matter base of diets containing different levels of residual frying oil for lambs.

Feed	Levels of residual frying oil (g kg ⁻¹ DM)				
	0	20	40	60	80
Sorghum silage (g kg ⁻¹ DM)	600.0	600.0	600.0	600.0	600.0
Corn (g kg ⁻¹ DM)	189.4	171.0	152.7	134.3	116.0
Wheat bran (g kg ⁻¹ DM)	81.2	73.3	65.4	57.6	49.7
Soybean meal (g kg ⁻¹ DM)	109.4	115.6	121.9	128.1	134.3
Mix mineral vitamin (g kg ⁻¹ DM)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Residual frying oil (g kg ⁻¹ DM)	0.0	20.0	40.0	60.0	80.0
Total	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
Chemical Composition of diets					
Dry matter (g kg ⁻¹)	494.5	497.5	500.6	503.6	506.7
Organic matter (g kg ⁻¹ DM)	933.1	933.3	933.5	933.8	934.0
Crude protein (g kg ⁻¹ DM)	128.2	128.3	128.4	128.5	128.5
Ether extract (g kg ⁻¹ DM)	26.0	44.8	63.6	82.4	101.2
NDF ⁽¹⁾ (g kg ⁻¹ DM)	523.8	517.6	511.5	505.3	499.1
ADF ⁽²⁾ (g kg ⁻¹ DM)	265.7	260.8	255.8	250.8	245.8
Lignin (g kg ⁻¹ DM)	39.4	39.2	39.0	38.8	38.6
Cellulose (g kg ⁻¹ DM)	202.3	201.5	200.7	200.0	199.2
TCH ³ (g kg ⁻¹ DM)	778.8	760.2	741.5	722.8	704.1
NFC ⁴ (g kg ⁻¹ DM)	264.4	251.7	239.1	226.4	213.7

Source: Authors elaboration; ¹Neutral detergent fiber; ²Acid detergent fiber; ³Total carbohydrates; ⁴Nonfibrous carbohydrates.

Five castrated lambs of undefined breed with initial body weights of 36.8 ± 3.3 kg were used. The animals were kept in cages with individual feeders and waterers for the metabolism trial. For total feces collection, collector bags were used. The animals were weighed at the beginning and end of each evaluation period for adjustment of diets. Each trial period lasted 15 days, the first ten days were for diet adaptation. Experimental animals were submitted to the pre-experimental period (approximately 15 days) for adaptation to the metabolism cage, routine handling and feeding. Diets were given as a whole mixture twice a day at 7 a.m. and 4 p.m. to minimize feed loss by animals.

The weighing of food offered and orts was performed daily, and data collected regarding the feeding portions for each animal during each trial period were later analyzed. Offered food and orts, as well as feces and urine, were sampled from the 11th up to 14th day of each trial period to determine intake, nutrient digestibility and nitrogen balance. Solid samples (supplied diet, orts and feces) were placed in plastic bags, identified, and frozen at a temperature of -18°C immediately after collection. At the end of the experimental period, the samples were defrosted and dried in forced air ovens at a temperature of 55°C for 72 hours. Subsequently, they were milled in a Willey-type mill with a sieve of 1 mm.

Chemical composition was identified using the methodology described by Mizubuti et al. (2009) for determining the content of dry matter (DM), crude protein (CP), ether extract (EE), ash, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and lignin. Total carbohydrates (TCH) contents were calculated according to the equation proposed by Sniffen et al. (1992): $\%TCH = 100 (\% CP + \% EE + \% \text{ash})$. The nonfibrous carbohydrate (NFC) content was calculated using the difference between $\%TCH$ and $\%NDF$.

The direct method was used to determine the apparent digestibility of nutrients by evaluating the nutrient content in feed samples and feces. The apparent digestibility (AD) was obtained using the equation described by Coelho da Silva & Leão (1979): $AD = ((Nf - No - Nfc)/(Nf - No)) * 100$, where Nf = nutrient in feed (g), No = nutrient in orts (g), and Nfc = nutrient in feces (g).

For urine collection, 25 mL of 1:1 HCl was placed in the collection containers daily between 11 and 14 days in each experimental period to prevent fermentation and ammonia losses in the urine by volatilization. The total volume of urine excreted per animal was measured at intervals of 24 hours, and an aliquot corresponding to 10% of the total volume per animal was stored at -15°C for later composition analysis. Nitrogen balance was calculated as the difference between the total nitrogen intake and the total nitrogen excreted in feces and urine (Decandia et al., 2000), which were expressed in g day^{-1} , $\text{g kg BW}^{-0.75}$ and g kg^{-1} of N_{intake} , respectively.

The total digestible nutrient (TDN) content of feedstuffs and diets were estimated according to the equation described by Sniffen et al. (1992): $TDN = DCP + 2.25DEE + DTCH$, where: DCP = digestible crude protein, DEE = digestible ether extract, and DTCH = digestible total carbohydrates.

The rumen fluid was collected on the last day (15th day) of each experimental period before the morning feeding and at three and six hours after the morning feeding (Zeoula et al., 2003) using an esophageal silicone probe connected to a vacuum pump. Approximately 100

mL of rumen fluid were collected from each animal. The pH was measured immediately after collection using a digital potentiometer. Afterwards, samples were filtered through three layers of cheesecloth, and three aliquots of 20 mL were taken from each sample. These samples were packed in pots containing sixteen drops of sulfuric acid (50% V/V) and were stored at -18°C for determination of the ruminal ammonia concentration (NH₃-N). NH₃-N concentrations in the rumen fluid samples were determined by distillation with potassium hydroxide (2N), according to a technique described by Preston (1995). The color, odor and viscosity of the rumen fluid were observed immediately after collection according to the characteristics described by Bouda et al. (2000).

The experimental design was a Latin square design (5 x 5) with five levels of residual frying oil, five periods of sampling and five animals (experimental units). However, for data relating to ruminal parameters (pH and NH₃-N), the experimental design was a Latin square (5 x 5) in a parcel-subdivided scheme with levels of residual oil in the parcel and the collecting times in the subparcel. Data were submitted to a normality test for distribution of errors, to a homogeneity of variance test, and subsequently, to an analysis of variance ($\alpha = 0.05$). The statistical package R (2013) was used to study the mean values by regression analysis, using "t" test ($\alpha = 0.05$).

RESULTS AND DISCUSSION

There was a linear decreasing effect on dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), total carbohydrates (TC) and nonfibrous carbohydrate (NFC) intake when expressed in g day⁻¹ animal⁻¹ (Table 2).

A reduction in the intake of these components was most likely due to the high intake of ether extract (EE) that increased linearly ($P < 0.05$) when expressed in the same unit. In this study, the levels of lipids in the diet with greater levels of residual frying oil (40, 60 and 80 g kg⁻¹ DM) exceeded the maximum level of ether extract recommended by the Palmquist and Mattos (2006): that is, 50 g kg⁻¹ in the total diet. According to these authors, levels above 50 g kg⁻¹ in the diet may negatively affect nutrient intake, either by affecting the regulatory mechanisms that control food intake or by limiting the capacity of the ruminants to oxidize fatty acids. Another aspect that could explain a reduction in intake (g day⁻¹) of the components NDF, TCH and NFC is a reduction in the levels of these components in the diet (Table 1).

The CP intake, when expressed in g day⁻¹ for residual frying oil levels of 60 and 80 g kg⁻¹ of DM, was not able to fulfill the requirements proposed by the NRC (2007), which is

160 g for lambs that are eight months old and weigh 40 kg with a gain of 250 g day⁻¹. Dry matter intake was also lower than that suggested by the NRC (2007) when expressed in kg day⁻¹ (1.39) and g kg⁻¹ BW (32.5) for the same category at all levels of inclusion of residual frying oil. The NDF intake, when expressed in g kg⁻¹ BW, was within the limits needed for the rumen to function as reported by Van Soest (1994): that is, 8 to 12 g kg⁻¹ BW.

Table 2 – Means, regression equations, regression coefficients and variance coefficients for nutrient intake by lambs with diets containing different levels of residual frying oil.

	Levels of residual frying oil (g kg ⁻¹ DM)					Regression	R ²	CV ⁽¹⁾ (%)	P-value
	0	20	40	60	80				
	g kg ⁻¹ DM								
	Intake g day ⁻¹								
DM ²	1244.4	1122.6	1152.3	1093.8	981.9	$\hat{Y}= 1229.7 - 27.7x$	0.84	8.7	**
OM ³	1125.9	1019.2	1072.2	985.7	880.3	$\hat{Y}= 1121.6 - 26.2x$	0.80	9.0	**
CP ⁴	170.6	155.9	165.1	150.2	140.5	$\hat{Y}= 169.7 - 3.3x$	0.76	9.1	*
EE ⁵	36.1	60.1	87.7	110.3	124.6	$\hat{Y}= 38.3 + 11.4x$	0.99	10.8	**
NDF ⁶	565.6	481.8	510.6	460.7	394.8	$\hat{Y}= 555.3 - 18.1x$	0.83	12.0	**
TCH ⁷	919.2	803.2	819.5	725.2	615.2	$\hat{Y}= 913.6 - 34.3x$	0.91	9.3	**
NFC ⁸	353.5	321.4	308.9	264.4	220.4	$\hat{Y}= 358.4 - 16.2x$	0.97	8.8	**
TDN ⁹	715.2	762.4	754.5	742.2	627.2	$\hat{Y}= 720.3$	-	15.9	ns
	Intake g kg ⁻¹ body weight								
DM ²	28.2	26.3	25.4	25.2	25.1	$\hat{Y}=26.0$	-	11.5	ns
OM ³	25.4	23.6	23.0	22.7	23.3	$\hat{Y}=23.6$	-	10.7	ns
CP ⁴	3.9	3.7	3.5	3.5	3.6	$\hat{Y}= 3.6$	-	10.7	ns
EE ⁵	2.0	1.9	1.9	1.7	1.8	$\hat{Y}= 1.9$	-	10.9	ns
NDF ⁶	12.3	11.1	10.5	11.1	11.2	$\hat{Y}= 11.2$	-	12.7	ns
TCH ⁷	19.5	18.0	17.7	17.5	17.8	$\hat{Y}= 18.1$	-	11.2	ns
NFC ⁸	7.2	6.8	7.1	6.4	6.6	$\hat{Y}= 6.8$	-	10.4	ns
TDN ⁹	18.5	18.6	17.2	16.0	13.0	$\hat{Y}= 16.6$	-	17.9	ns
	Intake g kg ⁻¹ body weight ^{0.75}								
DM ²	71.9	67.3	65.3	64.7	64.0	$\hat{Y}= 66.6$	-	11.4	ns
OM ³	64.8	60.5	59.1	58.3	59.4	$\hat{Y}= 60.4$	-	10.6	ns
CP ⁴	10.0	9.5	8.9	9.0	9.1	$\hat{Y}= 9.3$	-	10.7	ns
EE ⁵	5.1	5.0	4.8	4.5	4.8	$\hat{Y}= 4.8$	-	10.9	ns
NDF ⁶	31.5	28.4	27.0	28.3	28.6	$\hat{Y}= 28.8$	-	12.6	ns
TCH ⁷	49.7	46.0	45.3	44.8	45.5	$\hat{Y}= 46.3$	-	11.1	ns
NFC ⁸	18.2	17.5	18.3	16.4	17.0	$\hat{Y}=17.5$	-	10.3	ns
TDN ⁹	46.0	47.0	44.2	41.7	34.3	$\hat{Y}= 42.6$	-	17.3	ns

Source: Elaborated by the authors; ¹Variation coefficient; ²Dry matter; ³Organic matter; ⁴Crude protein; ⁵Ether extract; ⁶Neutral detergent fiber; ⁷Total carbohydrates; ⁸Nonfibrous carbohydrates; ⁹Total digestible nutrients, ns-not significant; * and **Significant at 5% and 1% probability, respectively

The intake of all the nutritional components, when expressed in g kg^{-1} BW and g kg^{-1} BW^{0.75}, was not affected by the different levels of residual frying oil in the diet (Table 2). This could be due to the experimental design because all animals were fed all diets at different moments. Therefore, it could be that the body weight of the animals influenced the nutrient intake, keeping them at balance. Another aspect that may have contributed to this effect is the variation in intake behavior of the animals according to their individual acceptance of the diets. According to Forbes (1999), acceptability is not only a characteristic of the food but should also be observed as a function of the animal, with likes and dislikes for certain foods.

The different levels of residual frying oil were not able to promote an effect (Table 3) on the total digestible nutrient intake, regardless of the form expressed, even with the significant increase in EE intake, which is the more energetic fractional component of this variable. A similar effect was observed by Nunes et al. (2011), who evaluated the nutrient intake of lambs from diets containing different levels of palm kernel cake. The recommended intake of this component, as recommended by the NRC (2007), is 860 g day^{-1} .

Table 3 – Nutrients digestibility of diets of lambs containing different levels of residual frying oil.

Variable	Levels of residual frying oil (g kg^{-1} DM)					Regression	R ²	CV ¹ (%)	P-value
	0	20	40	60	80				
DM ²	0.58	0.58	0.57	0.62	0.52	$\hat{Y}=0.57$	-	8.78	ns
OM ³	0.59	0.58	0.59	0.61	0.50	$\hat{Y}=0.57$	-	10.43	ns
CP ⁴	0.59	0.60	0.61	0.64	0.59	$\hat{Y}=0.61$	-	8.98	ns
EE ⁵	0.86	0.89	0.93	0.94	0.94	$\hat{Y}=0.87 + 0.01x$	0.83	2.97	**
NDF ⁶	0.42	0.39	0.39	0.40	0.29	$\hat{Y}=0.38$	-	23.39	ns
TCH ⁷	0.58	0.55	0.55	0.55	0.47	$\hat{Y}=0.54$	-	9.71	ns
NFC ⁸	0.83	0.84	0.79	0.80	0.79	$\hat{Y}=0.81$	-	9.54	ns

Source: Elaborated by the authors; ¹Variation coefficient; ²Dry matter; ³Organic matter; ⁴Crude protein; ⁵Ether extract; ⁶Neutral detergent fiber; ⁷Total carbohydrates; ⁸Nonfibrous carbohydrates. , ns- not significant; * and **Significant at 5% and 1% probability, respectively

The digestibility of dry matter, organic matter, crude protein, neutral detergent fiber, total carbohydrates and nonfibrous carbohydrates was not influenced by the addition of residual frying oil on the diet (Table 3). These results corroborate the results obtained by Bateman and Jenkins (1998) and Pimentel et al. (2011), who did not observe any effects of lipid inclusion in the ration on apparent digestibility of these nutrients, suggesting that significant amounts of unprotected lipids may be added to the rations because they do not affect nutrient digestibility.

However, the ether extract digestibility exhibited crescent linear behavior (Table 3). This can be explained by higher fat digestibility. Another possibility would be the presence of higher levels of EE in the diet, which can cause higher digestibility of this fraction. According to the NRC (2007), the digestibility of fatty acid, a component of ether extract, can be influenced by dry matter intake, by the amount consumed, and by the characteristics of dietary lipids. The degree of unsaturation is perhaps the feature that most influences lipid digestion. Therefore, an optimal source of lipids for ruminants would be one that does not interfere with the digestibility of other nutrients and that produces high intestinal digestibility.

Urine excretion and nitrogen retention were not influenced by the levels of residual frying oil (Table 4). All diets resulted in positive nitrogen retention, with an average 6.4 g N retained day⁻¹, the equivalent of 22.24% of nitrogen intake. In this work, the nitrogen lost in urine g kg⁻¹ N_{intake} (368.7) was higher than that found by Zeoula et al. (2003) of 309.0, a difference that can be explained by the higher content of dietary crude protein: 12.8% versus 10.9%. However, our results were similar to those reported by Alves et al. (2012), who found a mean value of 376.5 g kg⁻¹ N_{intake}, which is similar to the crude protein concentration in the diets.

A negative linear effect was observed for the nitrogen intake and nitrogen excretion in the feces when expressed in g day⁻¹ (Table 4). The reduction in nitrogen excretion in feces is due to the reduction in the intake of this nutrient (Table 2). However, when expressed as a function of nitrogen intake, nitrogen excretion was not affected by the levels of residual frying oil. The N excretion in the feces was higher than in the urine. Zeoula et al. (2003), used diets with 10.9% CP and found lower N excretion through the urine (309 g kg⁻¹ N_{intake}) in relation to the fecal excretion (352 g kg⁻¹ N_{intake}), similar to what occurred in this work. They provided diets that contained different levels of cassava meal to replace corn and soybean meal as a protein source for sheep. According to Hristov et al. (2005), improved use of ammonia in the rumen can transfer nitrogen excretion from the urine to the feces.

Table 4 – Intake, excretion and nitrogen balance in lambs fed diets with different levels of residual frying oil.

	Levels of residual frying oil (g kg ⁻¹ DM)					Regression	R ²	CV ¹ (%)	P-value	
	0	20	40	60	80					
N intake										
g day ⁻¹	27.30	24.94	26.42	24.03	22.48	$\hat{Y}=27.14 - 0.53x$	0.76	9.11	*	
Fecal N										
g day ⁻¹	11.09	9.93	10.17	8.38	8.67	$\hat{Y}= 10.93 - 0.32x$	0.82	13.72	*	
g kg ⁻¹	436.70	397.30	436.00	395.20	379.00	$\hat{Y}=408.80$	-	18.82	ns	
N _{intake}										
Urine N										
g day ⁻¹	9.06	8.26	8.57	10.56	8.48	$\hat{Y}=8.99$	-	15.24	ns	
g kg ⁻¹	354.30	349.40	355.50	446.40	338.00	$\hat{Y}=368.7$	-	20.77	ns	
N _{intake}										
N retained										
g day ⁻¹	6.58	7.35	5.60	5.46	7.01	$\hat{Y}=6.40$	-	40.08	ns	
g kg ⁻¹	209.00	253.30	208.50	158.30	283.00	$\hat{Y}=222.40$	-	54.53	ns	
N _{intake}										

Source: Elaborated by the authors; ¹Variation coefficient; ns- not significant; * and **Significant at 5% and 1% probability, respectively.

The physicochemical parameters (color, smell and viscosity) were within the normal standards (Bouda et al., 2000) for all diets containing different levels of residual frying oil and having different collection times. The prevalent colors (more than 90%) were light greenish-yellow and dark greenish-brown (Table 5). The smell and viscosity were aromatic and aqueous, respectively, for 100% of all diets and collection times. There were no effects of diets containing different levels of residual frying oil and the interaction diet x collection time on the time spent in active bacterial reduction (ABR). Menezes et al. (2012) evaluated ruminal parameters of sheep fed diets with bran detoxified of castor bean and found no differences between the diets. On the other hand, the mean time for reductive activity found by the authors is less than those found in this study. An evaluation of the collection time revealed a significant effect ($P < 0.05$) on ARB; whereas a clinical status of slight indigestion was observed before intake, the rumen activity resumed normal function after feeding. This was possibly due to the presence of soluble substrates (carbohydrates and proteins), which, in the short interval after feeding, were able to stimulate bacterial activity in the rumen (Russell et al., 1992). However, for more alkaline pH conditions (fasting), there was a longer duration of ARB, reducing the acidity peak (from 888 to 389 seconds) three hours after feeding. This condition contrasts with that reported by Borges et al. (2011) who evaluated the physical and chemical parameters of the rumen fluid of sheep submitted to different levels of protein and

energy supplementation and found that in fasting conditions, the rumen fluids were more acidic and the sheep exhibited longer ARB times.

Table 5 – Percentage of colors, means for reductive bacterial activity, pH and ammonia nitrogen of ruminal fluid of lambs fed diets with different levels of residual frying oil at three collection times.

Parameters	Levels of residual frying oil (g kg ⁻¹ DM)					Mean
	0	20	40	60	80	
Color						
Greenish gray (%)	0.00	7.00	7.00	20.00	13.00	
Light greenish yellow (%)	40.00	40.00	53.00	53.00	67.00	
Dark greenish brown (%)	60.00	47.00	40.00	27.00	20.00	
Olive green (%)	0.00	7.00	0.00	0.00	0.00	
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
Active bacterial reduction (seconds)						
Before intake	912.00	840.00	1392.00	576.00	720.00	888.00 a
3 h after intake	348.00	408.00	288.00	384.00	516.00	388.80 b
6 h after intake	408.00	324.00	432.00	480.00	360.00	400.80 b
Mean	556.00	524.00	704.00	480.00	532.00	
pH						
Before intake	7.34	7.29	7.27	7.46	7.44	7.35 a
3 h after intake	6.82	6.72	6.67	7.00	7.05	6.85 c
6 h after intake	7.09	7.33	6.95	7.07	7.23	7.13 b
Mean	7.07	7.11	6.96	7.18	7.24	
NH ₃ -N (mg dL ⁻¹)						
Before intake	33.64	32.11	30.48	30.68	31.40	31.66 b
3 h after intake	37.82	33.44	34.25	34.86	32.72	34.62 a
6 h after intake	30.48	28.14	28.85	29.66	30.15	29.46 c
Mean	33.98	31.23	31.19	31.74	31.43	

Source: Elaborated by the authors, same letters in column do not differ by Tukey test at 5%.

The pH remained nearly neutral (6.67 to 7.46), and there were no differences between diets, as well as, nor did the interaction of diet and collection time affect the pHs (Table 5). Changes in the ruminal pH of cows receiving 6% lipids in the diet were not observed by Vargas et al. (2002), which was similar to that observed in the present study. Harvatine and Allen (2006) also did not observe an alteration in ruminal pH of cows receiving 7.8% fatty acids in their diet. In the current study contamination by saliva probably occurred due to the collection method most likely occurred because, according to Oliveira et al. (2005), a pH value greater than seven indicates contamination by saliva. Shen et al. (2012) compared two methods for collecting rumen fluid an oral-esophageal probe for collecting from different sites and a rumen cannula and they found higher pH values in the first method. In this

method, the oral tube was able to reach the cranial sac of the rumen, which is richer in saliva and buffering solutions. Another aspect that may have contributed to the pH values being closer to seven is the ratio of roughage:concentrate (60:40) because the roughage stimulates rumination and consequently the production of saliva, which acts as a buffer preventing pH variations. There were differences (Table 5) in the pH values according to the collection times, and the lowest index occurred 3 h after feeding. Usually the minimum values are found immediately after feeding (approximately 3 h) and maximum values are found at more distant times (before feeding, time 0 h) (Zeoula et al.; 2003; Pimentel et al., 2012).

The concentration of ammonia nitrogen (NH₃-N) was not affected by the diets containing residual frying oil; additionally, there was no interaction between diet and the collection time (Table 5). The ruminal ammonia concentration may be indicative of the fermentation of amino acids and may indicate high levels of rumen-degraded protein and reduced levels of nonfibrous carbohydrates in the rumen. Thus, no change was observed in the concentrations of NH₃-N, showing that lipids in the diet from the addition of residual frying oil does not promote a depressant effect on the population of Gram-positive bacteria, which ferment obligatory amino acids to meet their energy and protein needs (Vargas et al., 2002). The concentrations of NH₃-N were higher than the range considered optimal (15 to 29 mg dL⁻¹) for achieving maximum microbial fermentation in ruminants without negatively influencing fiber degradation (Preston, 1986). There was an effect (P<0.05) of collection time on ruminal fluid; ammonia production peaked (37.82 mg dL⁻¹) three hours after feeding (Table 5) and the lowest concentration (28.14 mg dL⁻¹) of NH₃-N was obtained six hours after feeding. Similar results were obtained by Pimentel et al. (2012).

CONCLUSION

The addition of residual frying oil to the diets of sheep can affect nutrient intake without affecting the digestibility of most nutrients (with the exception of ether extract), the nitrogen balance and the ruminal fermentation parameters.

REFERENCES

Alves EM, Pedreira MDS, Pereira MLA, Almeida PJP, Gonsalves Neto J, Freire DR. 2012. Mesquite pod meal associated with levels of urea on feeding sheep: nitrogen balance, plasma urea-N and ruminal parameters. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, **34** (3), 287-295.

- Bateman HG, Jenkins TC. 1998 Influence of soybean oil in high fiber diets fed to nonlactating cows on ruminal unsaturated fatty acids and nutrient digestibility. *Journal of Dairy Science*, **81** (9), 2451-2458.
- Borges NC, Orsine GF, Silva LAFD, Bernardes KM, Martins MEP, Fioravanti MCS. 2011. Parâmetros físico-químicos e microbiológicos do fluido ruminal de ovinos confinados submetidos a crescentes níveis de mistura mineral energético-protéica. *Ciência Animal Brasileira*, **12** (3), 392-399.
- Bouda J, Queiroz-Rocha GF, González FHD. 2000. Importância da coleta e análise de líquido ruminal e urina. In: Gonzáles FHD, Borges JB, Cecim M (eds), *Uso de provas de campo e laboratório clínico em doenças metabólicas e ruminais dos bovinos*, pp.13-15. Porto Alegre: UFRGS.
- Cenkvari É, Fekete S, Fébel H, Veresegyházi T, Andrásófszky E. 2005. Investigation on the effects of Ca-soaps of oil linseed on rumen fermentation in sheep on milk composition of goats. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, **89**, 172-178.
- Coelho da Silva JF, Leão MI. 1979. *Fundamentos de nutrição dos ruminantes*. Ed. Livrocercos. Piracicaba.
- Decandia M, Sitzia M, Cabiddu A, Kababya D, Molle G. 2000. The use of polyethylene glycol to reduce the anti-nutritional effects of tannins in goats fed woody species. *Small Ruminant Research*, **38** (2), 157-164.
- Forbes JM. 1999. Natural feeding behavior and feed selection. In: Heide D. et al. (Ed.). *Regulation of feed intake*, pp. 03-12. CAB International.
- Harvatine KJ, Allen MS. 2006. Effects of fatty acid supplements on feed intake, and feeding and chewing behavior of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, **89**, 1104-1112.
- Hristov AN, Ropp JK, Grande KL, Abedi S, Etter RP, Melgar A, Foley AE. 2005. Effect of carbohydrate source on ammonia utilization in lactating dairy cows. *Journal of Animal Science*, **83** (2), 408-421.
- Menezes DR, Costa RG, Araújo GGL, Pereira LGR, Oliveira PTL, Silva AENV, Voltolini TV, Moraes SA. 2012. Parâmetros sanguíneos, hepáticos e ruminais de ovinos alimentados com dietas com farelo de mamona destoxificado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, **47** (1), 103-110.
- Mizubuti IY, Pinto AP, Pereira ES, Ramos BMO. 2009. *Métodos Laboratoriais de Avaliação de Alimentos para Animais*. EDUEL- Editora da Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná.
- National Research Council. 2007. *Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids*. Washington: National Academic.
- Nunes AS, Oliveira RL, Borja MS, Bagaldo AR, Macome FM, Jesus IB, Silva TM, Barbosa LPE, Garcez Neto AF. 2011. Consumo, digestibilidade e parâmetros sanguíneos de cordeiros submetidos a dietas com torta de dendê. *Archivos de Zootecnia*, **60** (232), 903-912.

- Oliveira MVM, Lana RP, Freitas AWP, Eifert EC, Pereira JCP, Valadares Filho SC, Pérez JR. 2005. Parâmetros ruminais, sanguíneo e urinário e digestibilidade de nutrientes em novilhas leiteiras recebendo diferentes níveis de monensina. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **34** (6), 2143-2154.
- Palmquist DL, Mattos WRS. 2006. Metabolismo de lipídeos. In: Berchielli TT, Pires AV, Oliveira SG. (Eds.) *Nutrição de ruminantes*, pp.287-310. Jaboticabal: Funep.
- Pimentel PG, Pereira ES, Queiroz ACD, Mizubuti IY, Regadas Filho JGL, Maia ISG. 2011. Intake, apparent nutrient digestibility and ingestive behavior of sheep fed cashew nut meal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **40** (5), 1128-1133.
- Pimentel PG, Reis RB, Leite LA, Campos WE, Neiva JNM, Saturnino HM, Coelho SG. 2012. Ruminal fermentative parameters and concentration of purine derivatives in lactating dairy cows fed cashew nut. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, **64** (4), 959-966.
- Preston TR. 1986. Analytical methods for characterizing In: *Feed resources for ruminants. Better utilization of crop residues and by products in animal feeding: research guidelines. A practical manual for research workers*. Rome: FAO.
- Preston TR. 1995. Biological and chemical analytical methods. In: Preston TR. (Ed.) *Tropical animal feeding: a manual for research workers*, pp. 191-264. Rome: FAO.
- R CORE TEAM (2013). R: *A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Russell JB, O'Connor JD, Fox DG, Van Soest PJ, Sniffen CJ. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. 1. Ruminal fermentation. *Journal of Animal Science*, **70** (11), 3551-3561.
- Shen JS, Chai Z, Song LJ, Liu JX, Wu YM. 2012. Insertion depth of oral stomach tubes may affect the fermentation parameters of ruminal fluid collected in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, **95** (10), 5978-5984.
- Silva MMC, Rodrigues MT, Branco RH, Rodrigues CAF, Sarmiento JLR, Queiroz AC, Silva SP. 2007. Suplementação de lipídios em dietas para cabras em lactação: consumo e eficiência de utilização de nutrientes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **36** (1), 257-267.
- Sniffen CJ, O'Connor JD, Van Soest PJ, Fox DG, Russell JB. 1992. A net carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, **70** (11), 3562-3577.
- Valinote AC, Nogueira Filho JCM, Leme PR, Silva SL, Cunha JA. 2005. Fontes de lipídeos e monensina na alimentação de novilhos nelore e sua relação com a população de protozoários ciliados do rúmen. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **34** (4), 1418-1423.
- Van Soest PJ. 1994. *Nutrition ecology of the ruminant*. Ithaca: Comstock Publishing Associates.
- Vargas LH, Lana RP, Jham GN, Santos FL, Queiroz AC, Mancio AB. 2002. Adição de lipídios na ração de vacas leiteiras: parâmetros fermentativos ruminais, produção e composição do leite. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **31** (supl. 1), 522-529.

Zeoula LM, Caldas SF, Geron LJ, Maeda EM, Prado IN, Dian PHM, Jorge JRV, Marques JA. 2003. Substituição do milho pela farinha de varredura de mandioca (*manihot esculentacrantz*) em rações de ovinos: consumo, digestibilidade, balanços de nitrogênio e energia e parâmetros ruminais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **32** (2), 491-502.

4.2 INGESTIVE BEHAVIOR OF LAMBS FED DIETS WITH DIFFERENT LEVELS OF RESIDUAL FRYING OIL²

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the ingestive behavior of lambs fed diets containing different levels of residual frying oil. Different residual frying oil concentrations (0, 20, 40, 60 and 80 g kg⁻¹ dry matter base) in the diets of lambs were evaluated. The experimental diets were formulated to contain 12.8% crude protein (CP) with a 60:40 roughage:concentrate ratio. In each observation period, the following variables were measured: time spent eating, time spent ruminating, time spent idle, and number and time of ruminating chews per ruminated bolus. Animals were randomly allocated to treatment groups according to a Latin square design, with five treatments and five experimental periods. The average values were analyzed using regression analysis to 5%. There was no difference for the time spent feeding, ruminating and being idle. No differences in daily feeding number, total chewing time, number of rumination boluses, number of rumination chews per bolus, rumination chew time per bolus and feeding efficiency were observed. The efficiency of rumination for dry matter and neutral detergent fiber showed a decreased linear effect. It can be concluded that the inclusion of residual frying oil does not affect activities of feeding, rumination and being idle as well as the parameters of rumination chewing, but it does decrease the efficiency of rumination.

Key words: Lipids. Feeding. Idle. Rumination. Ruminating Chews.

² Artigo redigido conforme normas do Animal Production Science (Anexo II).

COMPORTAMENTO INGESTIVO DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO TEORES DE ÓLEO RESIDUAL DE FRITURAS

RESUMO: Objetivou-se avaliar o comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes teores de óleo residual de frituras. Foram avaliados os teores de 0, 20, 40, 60 e 80 (g kg⁻¹ base MS) de óleo residual de frituras nas dietas. Estas dietas foram formuladas para conterem 12,8% de PB mantendo uma relação volumoso:concentrado de 60:40. Foram usados cinco carneiros com peso inicial de 36,8 ± 3,3 kg. O comportamento ingestivo foi avaliado no 11º dia de cada período experimental, através da medição do tempo gasto em alimentação, ruminação e descanso por meio de observações visuais realizadas a cada 5 minutos, durante 24 horas. No mesmo dia, foi realizada a contagem do número de mastigações meréricas e do tempo despendido para ruminação de cada bolo, com a utilização de um cronômetro digital. O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino (5 x 5). Os valores médios foram analisados por meio de análise de regressão à 5%. Não houve efeito da adição do óleo residual de frituras sobre o tempo de alimentação, ruminação e ócio, sobre as variáveis relativas a mastigação merérica e eficiência de alimentação. Houve efeito linear decrescente para a eficiência de ruminação da MS e da FDN. Conclui-se que a inclusão de óleo residual de frituras não afeta as atividades de ingestão, ruminação e ócio, bem como, os parâmetros da mastigação merérica, mas reduz a eficiência de ruminação.

Palavras-chave: Lipídios. Alimentação. Ruminação. Ócio. Mastigação Merérica

INTRODUCTION

The intensification of ruminant production systems has driven the search for alternatives that enable the best food combinations and cost-reduction diets. Among the available technologies, the use of industrial byproducts has been progressive. The successful use of byproducts has often been limited because of insufficient knowledge about the nutritional and productive properties of animals fed industrial byproducts in the diet. However, the physical and chemical properties of industrial byproducts differ from byproducts of forage plants, making their degradation and passage through the gastrointestinal tract different (Carvalho et al., 2006). These differences may affect intake behavior, which is influenced by the physical structure and the chemical composition of diets (CARVALHO et al., 2004). The study of intake behavior is necessary to evaluate foods and diets, to elucidate problems related to decreased consumption, and to adjust the feeding regime of the animals to maximize production and economic performance (AGY et al., 2012).

Intake behavior has been studied with regard to the characteristics of food, rumen motility, alertness and the climatic environment. The diversity of objectives and experimental conditions yielded a range of techniques for recording data in the form of visual observations and semi-automatic and automatic records (Macedo et al., 2007).

There are few studies in the literature concerning the use of residual frying oil in the diet of sheep that enable us to understand aspects of production and nutrition. The objective of this study was to evaluate the intake behavior of sheep fed diets with different levels of residual frying oil and to generate a better basis for the processes that control the intake of diets containing fat sources.

MATERIAL AND METHODS

The experiment was performed at the ruminant metabolism sector of the farm school of Londrina State University, Paraná, Brazil. Analyses of the collected material were carried out at the Animal Nutrition Laboratory of the Londrina State University, Brazil. All protocols for the research have been approved by the Animal Ethics Committee at the same institution under register number CEUA 46/12 process 28732/11.

Residual frying oil at inclusion levels of 0, 20, 40, 60 and 80 g kg⁻¹ DM base in diets for lambs was evaluated. Diets were formulated to be isonitrogenous (Table 1) and were increased by 10% to the requirements according to the NRC (2007). All diets were kept at a

forage:concentrate ratio of 60:40, where the source of forage was sorghum silage and where the concentrate ration sources were, corn, wheat bran, soybean meal, a vitamin and mineral mixture, and residual frying oil (Table 1).

Table 1 – Food and chemical compositions in the dry matter base of diets containing different levels of residual frying oil for lambs.

Feed	Levels of residual frying oil (g kg ⁻¹ DM)				
	0	20	40	60	80
Sorghum silage (g kg ⁻¹ DM)	600.0	600.0	600.0	600.0	600.0
Corn (g kg ⁻¹ DM)	189.4	171.0	152.7	134.3	116.0
Wheat bran (g kg ⁻¹ DM)	81.2	73.3	65.4	57.6	49.7
Soybean meal (g kg ⁻¹ DM)	109.4	115.6	121.9	128.1	134.3
Mix mineral vitamin (g kg ⁻¹ DM)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Residual frying oil (g kg ⁻¹ DM)	0.0	20.0	40.0	60.0	80.0
Total	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
Chemical composition of diets					
Dry matter (g kg ⁻¹)	494.5	497.5	500.6	503.6	506.7
Organic matter (g kg ⁻¹ DM)	933.1	933.3	933.5	933.8	934.0
Crude protein (g kg ⁻¹ DM)	128.2	128.3	128.4	128.5	128.5
Ether extract (g kg ⁻¹ DM)	26.0	44.8	63.6	82.4	101.2
NDF ⁽¹⁾ (g kg ⁻¹ DM)	523.8	517.6	511.5	505.3	499.1
ADF ⁽²⁾ (g kg ⁻¹ DM)	265.7	260.8	255.8	250.8	245.8
Lignin (g kg ⁻¹ DM)	39.4	39.2	39.0	38.8	38.6
Cellulose (g kg ⁻¹ DM)	202.3	201.5	200.7	200.0	199.2
TCH ³ (g kg ⁻¹ DM)	778.8	760.2	741.5	722.8	704.1
NFC ⁴ (g kg ⁻¹ DM)	264.4	251.7	239.1	226.4	213.7

Source: Authors elaboration; ¹Neutral detergent fiber; ²Acid detergent fiber

Five castrated lambs of undefined breed with initial body weights of 36.8 ± 3.3 kg were used. The animals were kept in cages with individual feeders and waterers for the metabolism trial. For total feces collection, collector bags were used. The animals were weighed at the beginning and the end of each evaluation period for diet adjustments. Each trial period lasted 15 days; the first 10 days were for diet adaptation. Experimental animals were submitted to the pre-experimental period (approximately 15 days) for adaptation to the metabolic cage, routine handling and feeding. Diets were given as a whole mixture twice a day at 7 a.m. and 4 p.m. to minimize feed loss by animals. The food that was offered and any uneaten leftovers was weighed daily, and data collected regarding the feeding portions for each animal during each trial period were later analyzed. Offered food and leftovers as well as feces and urine were sampled from the 11th to 14th days of each trial period to determine intake, nutrient digestibility and nitrogen balance. Solid samples (supplied diet, leftovers and feces) were placed in plastic bags, identified, and frozen at a temperature of -18°C

immediately after collection. At the end of the experimental period, the samples were thawed and dried in forced air ovens at a temperature of 55°C for 72 hours. Subsequently, the samples were milled in a Willey-type mill with a sieve of 1 mm.

The chemical composition was identified using the methodology described by Mizubuti et al. (2009) for determining the content of dry matter (DM), crude protein (CP), ether extract (EE), ash, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and lignin.

On the 11th day of each experimental period, intake behavior was evaluated by measuring the time intervals spent on feeding, rumination and resting; visual observations were performed every 5 minutes over 24 hours (JOHNSON; COMBS, 1991) and artificial lighting was used during nighttime observations. On the same day, every animal was observed in three different periods of the day (10 - 12 a.m., 2 - 4 p.m. and 6 - 8 p.m.). The number of chews per ruminal bolus (number bolus⁻¹) was assessed, and the time spent on rumination was recorded (seconds bolus⁻¹). This procedure was performed using stopwatches handled by four observers strategically placed so as not to disturb the animals.

The number of boluses ruminated each day was obtained as follows: total rumination time (minutes) divided by the average time spent on the rumination of a bolus. The content of DM and NDF in each ruminated bolus (g) was obtained by dividing the amount of DM and NDF consumed (g day⁻¹) in 24 hours by the number of boluses ruminated each day.

Feeding and rumination efficiency was obtained as follows:

$$\text{FEDM} = \text{DMI} / \text{FT};$$

$$\text{FENDF} = \text{NDFI} / \text{FT};$$

where FEDM is DM consumed g h⁻¹; FENDF (consumed NDF g h⁻¹) = feeding efficiency; DMI (g) = daily intake of dry matter; NDFI (g) = daily intake of NDF; and FT = time daily spent on feeding.

$$\text{RUEDM} = \text{DMI} / \text{RUT};$$

$$\text{RUENDF} = \text{NDFI} / \text{RUT}$$

where RUEDM is ruminated DM g h⁻¹; RUENDF (ruminated NDF g h⁻¹) = rumination efficiency; and RUT (h day⁻¹) = rumination time. The ingestive behavior and its variables were conducted as described by (BÜRGER et al., 2000).

The experimental design was a Latin square (5 x 5) with five levels of inclusion of residual frying oil, five periods of sampling and five animals (experimental units), and in each period, one animal received a different diet. However, for data relating to time spent feeding, ruminating and resting, the experimental design was a Latin square (5x5) in a parcel-subdivided scheme with the inclusion levels of residual oil in the parcel and the shifts (7a.m. –

12:59p.m. (morning); 1 p.m. - 6:59p.m. (afternoon); 7p.m. - 12:59a.m. (night) and 1a.m. – 6:59 a.m. (dawn)) in the subparcel. Data were submitted to a normality test for the distribution of errors (Shapiro-Wilk test) and a homogeneity variance test (Levene's test) subsequent to analysis of variance ($\alpha = 0.05$). Mean values were studied by regression analysis (parcel) using a "t" test ($\alpha = 0.05$) and a Tukey test (subparcel), applying the statistical package R (2013).

RESULTS AND DISCUSSION

With the reduction in intake of dry matter and neutral detergent fiber (Table 2) to the extent that there has been increased participation of the residual frying oil (RFO) in the diets, decreased time spent on feeding and rumination and increased time resting were expected.

According to Van Soest (1994), the NDF content in a diet influences the time spent feeding and ruminating due to the resistance of the fiber fraction to reduce particle size. However, this was not observed ($p > 0.05$, Table 2). A similar result was verified by Azevedo et al. (2013) while evaluating diets with macaúba cake for cows. The fact that diets did not affect the ingestive activity may be due to the animals spending more time in the trough with the selection of food. The addition of the RFO most likely increased the time required to reduce the particle size of the rumen, consequently increasing the ruminating time; however, such a diet would normally decrease rumination due to the reduction in NDF (Table 2). This is related to the negative impact lipids have on ruminal fermentation, inhibiting the development of cellulolytic microorganisms (Martinele et al., 2008). The mean total time spent on feeding, rumination and resting are in accordance with results reported in the literature. Cardoso et al. (2006) observed 205, 483 and 744 minutes spent on feeding, rumination and resting, respectively, for lambs fed diets containing different levels of neutral detergent fiber. Similarly, Gill et al. (2012), who studied the feeding behavior of sheep fed with the by-product of corn ensiled with elephant grass, observed average times of 255, 422 and 710 minutes for feeding, rumination and resting, respectively.

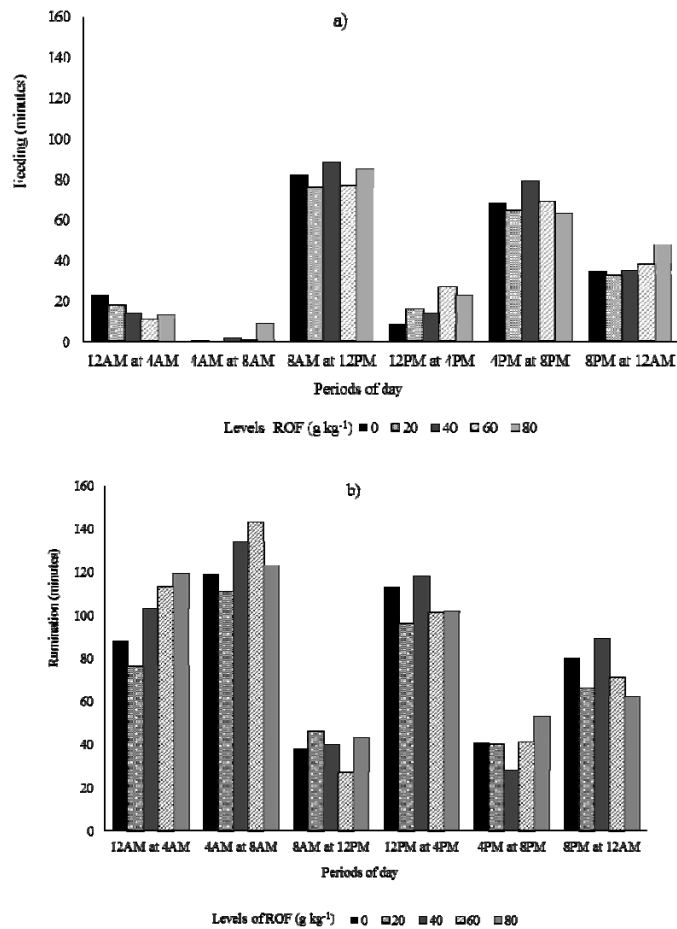
Table 2 – Total time spent feeding, ruminating and resting, dry matter and neutral detergent fiber intake, total chewing time (minutes), number of ruminated boluses (number day⁻¹), chewing (number day⁻¹), chews for bolus and mean time of rumination by bolus (seconds) in sheep fed diets containing different levels of residual frying oil.

	Levels residual frying oil					Mean	CV (%)	p-value	R ²
	0	20	40	60	80				
	g kg ⁻¹ de MS								
DMI ¹ (g day ⁻¹)	1244	1123	1152	1094	982	ŶA	8.7	**	0.84
NDFI ² (g day ⁻¹)	566	482	511	461	395	ŶB	12.0	**	0.83
Feeding (min day ⁻¹)	218	208	226	222	242	Ŷ = 223	13.0	ns	
Rumination (min day ⁻¹)	479	434	510	492	499	Ŷ = 483	17.4	ns	
Resting (min day ⁻¹)	748	803	709	731	704	Ŷ = 739	9.56	ns	
TCT ³ (min day ⁻¹ .)	697	642	736	714	741	Ŷ = 706	10.0	ns	
NRB ⁴ (n° day ⁻¹)	517	552	632	531	589	Ŷ = 565	17.0	ns	
TRB ⁵ (sec.)	51.0	59.3	49.9	56.0	52.6	Ŷ = 53.8	29.1	ns	
	Chews								
n° day ⁻¹	29082	34817	42032	36600	37815	Ŷ = 36069	32.5	ns	
n° bolous ⁻¹	50	71	67	70	64	Ŷ = 64	25.6	ns	

Source: Authors elaboration; ¹DMI=dry matter intake, ²NDFI= neutral detergent fiber intake, ³TCT= Total chewing, ⁴Number of ruminated bolus, ⁵TRB= Time rumination bolus, CV= coefficient variation, * Significant at 1 and 5% by t-test, ns - not significant, ŶA= 1230 – 28x, ŶB= 555 – 0,18x

There was no interaction ($P > 0.05$) between the levels of RFO and periods of the day for the activities of feeding, rumination and resting. There was a higher feeding time ($P < 0.05$) during periods when diets were supplied (8AM to 12:00PM and 4PM to 8PM, Figure 1). This type of behavior at feeding time is characteristic of ruminant feedlots, where animals are presented with two main meals (for 1-3 hours) plus a variable number of small meals in between. Fischer et al. (2000) and Castro et al. (2009) also reported this fact.

Figure 1 – Time spent feeding (a) and ruminating (b) at various periods of the day.



Source: Authors elaboration

There was an interaction between rumination time ($P < 0.05$, Figure 1) and period of the day. During the night, rumination was the most common activity with two peaks: the first peak was between 12AM and 4AM, and the second peak was more intense after 4AM. The period of lowest incidence of rumination was observed during the day, mainly during feeding time. In general, animals ruminated more at night and early morning periods when the ambient temperature is lower. According to Castro et al. (2009), feeding directly influences the distribution of rumination activity because there is greater rumination soon after feeding periods when the animal is still. This fact was observed in this study because most times after ingestion, there was an increase of rumination activity to process the food previously ingested. The same abovementioned researchers, studying the behavioral responses of dairy heifers, also found similar behavior regarding rumination activity in various periods of the day. Ribeiro et al. (2006), who studied the feeding behavior of Canindé and Moxotó goats, also observed distinct peaks in feeding, noting that rumination was more active in the evening and

during the early morning. According to Leek (2006), the occurrence of rumination has a circadian rhythm and is more commonly associated with a state of drowsiness, occurring more intensely during the night.

There were no differences ($P > 0.05$) between diets containing levels of RFO for the following variables: number of ruminal boluses, number of chews by day, chews per bolus and rumination time by bolus (Table 2). According to Furlan et al. (2006), approximately 360-790 feed boluses are normally ruminated per day with 40-70 mandibular movements in periods of 45-60 seconds, and in this study, data for these three variables are presented within the range proposed by researchers. Alves et al. (2010), who studied the feeding behavior of sheep fed bran mesquite pods, obtained averages very similar to the behavior found here for the number of boluses ruminated ($598 \text{ bolus day}^{-1}$), time spent chewing per bolus ($47 \text{ seconds bolus}^{-1}$), number of chews per bolus ($61 \text{ chew bolus}^{-1}$) and number of chews ($36209 \text{ chews day}^{-1}$). Most likely, these factors were not affected by RFO levels because the particle size of the feed was unmodified and because sorghum silage greatly influenced the diets; these two factors were not altered by the addition of RFO.

The feeding efficiency of dry matter and neutral detergent fiber was not influenced ($P > 0.05$) by RFO levels (Table 3). This fact contradicts the expectations because the intake of these components was reduced by the addition of RFO (Table 2). Conversely, Freitas et al. (2010) and Agy et al. (2012) found that feeding efficiency is influenced by the intake of component nutrition (DM and NDF). However, the effect of ROR levels on feeding efficiency has not been verified by regression analysis. Higher levels ($80 \text{ g kg}^{-1} \text{ DM}$) of RFO were associated with a lower intake efficiency, demonstrating that the animals receiving a diet with RFO content needed to spend more time selecting food in the trough.

Table 3 – Feeding and rumination efficiency of dry matter (DM) and neutral detergent fiber (NDF) in sheep fed diets containing different levels of residual frying oil.

	Level of residual frying oil				Mean	CV (%)	p-value		
	0	20	40	60					80
	g kg ⁻¹ de DM								
	Feeding efficiency DM								
g h ⁻¹	363	358	357	302	244	$\hat{Y} = 325$	28.7	ns	
min. kg ⁻¹	181	173	206	202	257	$\hat{Y} = 204$	22.7	ns	
g cycle ⁻¹	113	98	102	78	77	$\hat{Y} = 94$	34.6	ns	
	Feeding efficiency NDF								
g h ⁻¹	165	162	162	126	97	$\hat{Y} = 142$	32.6	ns	
min. kg ⁻¹	407	395	461	489	677	$\hat{Y} = 486$	31.4	ns	
g cycle ⁻¹	51	44	46	32	31	$\hat{Y} = 41$	37.7	ns	
	Rumination efficiency DM								
g h-1	158	157	136	139	119	$\hat{Y}A$	12.8	*	0.86
min. kg-1	380	347	444	452	514	$\hat{Y}B$	12.3	**	0.77
g cycle-1	74	72	68	55	55	$\hat{Y} = 65$	20.3	ns	
g bolous1	2.18	2.15	1.89	1.86	1.69	$\hat{Y}C$	11.8	*	0.93
	Rumination efficiency NDF								
g h-1	72	62	60	58	56	$\hat{Y} = 62$	12.9	ns	
min. kg-1	866	787	993	1104	1335	$\hat{Y}D$	14.0	**	0.85
g cycle-1	34	32	30	23	22	$\hat{Y}E$	23.2	*	0.94
g bolous1	1.02	0.96	0.84	0.90	0.66	$\hat{Y} = 0.88$	26.3	ns	

Source: Authors elaboration, CV= coefficient variation, ns - not significant, * Significant at 1 and 5% by t-test, $\hat{Y}A = 161 - 4.82x$; $\hat{Y}B = 358.17 + 17.74x$; $\hat{Y}C = 2,21 - 0.06x$; $\hat{Y}D = 766.38 + 62.73x$; $\hat{Y}E = 34.87 - 1.65x$

There was a significant ($P < 0.05$) linear decreasing effect of rumination efficiency of dry matter when expressed in g h⁻¹ and g bolus⁻¹ and a linear increasing effect when expressed in minutes kg⁻¹ DM. Rumination efficiency of neutral detergent fiber exhibited a linear increasing response when expressed in minutes kg⁻¹ NDF and a linear decreasing effect when expressed in g cycle⁻¹ (Table 3). The decrease in the intake of these compounds with the inclusion of the ORF is one of the causes of the reduction in rumination efficiency of DM and NDF. The results reported here are similar to those described by Jesus et al. (2010), who evaluated the feeding behavior and physiological responses of goats fed diets with different levels of licuri oil. Similarly, Carvalho et al. (2004) evaluated cocoa meal or palm kernel cake in diets for dairy goats and found no differences in intake efficiency; however, they noted less rumination efficiency for diets with higher levels of cocoa meal due to lower intakes of DM and NDF.

CONCLUSIONS

The inclusion of residual frying oil in the diets influenced neither the activities of feeding, rumination and resting nor the parameters of chewing in lambs. However, rumination efficiency was reduced with the addition of residual frying oil. There is a predominance of intake activity after feeding and rumination activities overnight.

REFERENCES

- Agy MSFA, Oliveira RL, Carvalho GGP, Leão AG, Ribeiro OL, Bagaldo AR, Ribeiro RDX, RIBEIRO MD (2012) Comportamento ingestivo e respostas fisiológicas de cabritos alimentados com dietas contendo torta de girassol oriunda da produção de biodiesel. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* **64**, 1292-1301.
- Alves EM, Pedreira MS, Oliveira CAS, Aguiar LV, Pereira MLA, Almeida PJP (2010) Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com farelo da vagem de algaroba associado a níveis de ureia. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* **32**, 439-445.
- Azevedo RA, Santos ACR, Ribeiro Júnior CS, Bicalho FL, Bahiense RN, Araújo L, Geraseev LC (2013) Comportamento ingestivo de vacas alimentadas com torta de macaúba. *Ciência Rural* **43**, 1485-1488.
- Bürger PJ, Pereira JC, Queiroz AC, Silva JFC, Valadares Filho SC, Cecon PR, Casali ADP (2000) Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia* **29**, 236-242.
- Cardoso AR, Carvalho S, Galvani DB, Pires CC, Gasperin BG, Garcia RPA (2006) Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. *Ciência Rural* **36**, 604-609.
- Carvalho GGP, Pires AJV, Silva FF, Veloso CM, Silva RR, Silva HGO, Bonomo P, Mendonça SS (2004) Comportamento ingestivo de cabras leiteiras alimentadas com farelo de cacau ou torta de dendê. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* **39**, p.919-925.
- Carvalho GGP, Pires AJV, Silva RR, Veloso CM, Silva HGO (2006) Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dietas compostas de silagem de capim-elefante amonizada ou não e subprodutos agroindustriais. *Revista Brasileira de Zootecnia* **35**, 1805-1812.
- Castro KJ, Neiva JNM, Falcão JS, Miotto FRC, Oliveira RC (2009) Respostas comportamentais de novilhas leiteiras alimentadas com dietas à base de subprodutos agroindustriais. *Revista Ciência Agronômica* **40**, 306-314.
- Fischer V, Dutilleul P, Deswysen AG, Dèspres L, Lobato JFP (2000) Aplicação de probabilidades de transição de estado dependentes do tempo na análise quantitativa do

comportamento ingestivo de ovinos. Parte I. *Revista Brasileira de Zootecnia* **29**,1811-1820.

Freitas LS, Silva JHS, Segabinazzi LR, Silva LS, Alves Filho DC, Brondani IL (2010) Substituição da silagem de milho por silagem de girassol na dieta de novilhos em confinamento: comportamento ingestivo. *Revista Brasileira de Zootecnia* **39**, 225-232.

Furlan RL, Macari M, Faria Filho DE (2006) Anatomia e fisiologia do trato gastrintestinal. In: 'Nutrição de ruminantes'. (Eds. Berchielli TT, Pires AV, Oliveira SG) pp 403-421. (Jaboticabal: Funep)

Jesus IB, Bagaldo AR, Barbosa LP, Oliveira RL, Garcez Neto AF, Silva TM, Macome FM, Panelli Martins LEP (2010) Comportamento ingestivo e respostas fisiológicas de cabritos $\frac{3}{4}$ Boer submetidos a dietas com níveis de óleo de licuri. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* **11**, 1176-1186.

Johnson TR, Combs DK (1991) Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polythylene glicol on dry matter intake of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* **74**, 933-944.

Leek BF (2006) Digestão no estômago do ruminante. In: 'Dukes Fisiologia dos Animais Domésticos'. (Ed. Reece WO) pp 404- 437 (Rio de Janeiro: Guanabara Koogan)

Macedo CAB, Mizubuti IY, Moreira FB, Pereira ES, Ribeiro ELA, Rocha MA, Ramos BMO, Mori RM, Pinto AP, Alves TC, Casimiro TR (2007) Comportamento ingestivo de ovinos recebendo dietas com diferentes níveis de bagaço de laranja em substituição à silagem de sorgo na ração. *Revista Brasileira de Zootecnia* **36**, 1910-1916.

Martinele I, Eifert EC, Lana RP, Arcuri PB, D'Agosto M (2008) Efeito da monensina e do óleo de soja sobre os protozoários ciliados do rúmen e correlação dos protozoários com parâmetros da fermentação ruminal e digestivos. *Revista Brasileira de Zootecnia* **37**, 1129-1136.

Mizubuti IY, Pinto AP, Ramos BMO, Pereira ES (2009) 'Métodos Laboratoriais de Avaliação de Alimentos para Animais'. (Londrina, Paraná. EDUEL- Editora da Universidade Estadual de Londrina)

National Research Council (2007) 'Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids' (Washington: National Academic)

R CORE TEAM (2013). 'R: A language and environment for statistical computing. R' Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

Ribeiro VL, Batista AMV, Carvalho FFR, Mattos CW, Alves KS (2006) Comportamento ingestivo de caprinos Moxotó e Canindé submetidos à alimentação à vontade e restrita. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* **28**, 331-337.

Van Soest PJ (1994) 'Nutritional ecology of the ruminant'(New York: Cornell University)

4.3 DESEMPENHO PRODUTIVO E PARÂMETROS SANGUÍNEO DE OVINOS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO ÓLEO RESIDUAL DE FRITURAS

RESUMO: Objetivou-se avaliar o desempenho produtivo e os parâmetros sanguíneo de cordeiros alimentados com dietas contendo teores de óleo residual de frituras (ORF). Foram utilizados 40 cordeiros com peso inicial de $21,0 \pm 3,4$ kg distribuídos em delineamento inteiramente casualizado de acordo com os teores 0, 20, 40, 60 e 80 g kg⁻¹ de ORF nas dietas. Os animais foram alojados individualmente até que o primeiro lote atingisse peso de 35 kg. Foi feita pesagem dos animais, para obtenção do peso final, do ganho de peso médio diário e da conversão alimentar. Foram realizadas três coletas de sangue intervaladas em 20 dias. No sangue foram quantificados os níveis de glicose, triglicerídeos, ureia, creatinina, aspartato aminotransferase (AST), gama-glutamyltransferase (GGT), fosfatase alcalina, bilirubinas, proteínas totais, albumina e globulinas. Os valores foram analisados por meio de análise de regressão. Os teores de ORF afetou negativamente o desempenho produtivo. Os níveis plasmático de glicose, globulina, triglicerídeos, creatinina e a fosfatase alcalina tiveram efeito quadrático com a inclusão de ORF nas dietas tendo como pontos de máxima 13,2; 43,6; 50,0; 30,7 e 27,7 g kg⁻¹ MS, respectivamente. Houve efeito linear crescente sobre os níveis de albumina, ureia e AST. A albumina esteve ligeiramente abaixo da faixa considerada ótima para a espécie ovina que é de 2,4-3,0 g dL⁻¹. Os níveis de GGT e bilirrubinas tiveram efeito linear decrescente pelas dietas. Conclui-se que o óleo residual de frituras nas dietas para cordeiros afetou o consumo, desempenho e os parâmetros metabólicos sanguíneos dos animais, mas sem trazer implicações na saúde dos mesmos.

Palavras chave: Coproduto. Ganho de peso. Conversão alimentar. Metabólicos sanguíneo.

PRODUCTIVE PERFORMANCE AND BLOOD PARAMETERS OF SHEEP FED DIETS CONTAINING RESIDUAL FRYING OIL

ABSTRACT: The objective was to evaluate the performance and blood parameters of lambs fed diets containing levels of residual frying oil (RFO). 40 lambs with an initial weight of 21.0 ± 3.4 kg were distributed in a completely randomized design according to the levels 0, 20, 40, 60 and 80 g kg⁻¹ RFO in the diets. The lambs were housed individually until the first group weighed 35 kg. Weighing of the animals was taken to obtain the final weight, daily weight gain and feed conversion. Three collections of blood in 20 days intervals were conducted. Were quantified in blood levels of glucose, triglycerides, urea, creatinine, aspartate aminotransferase (AST), gamma glutamyltransferase (GGT), alkaline phosphatase, bilirubin, total protein, albumin and globulin. The values were analyzed using regression analysis. The levels of RFO affect negatively the productive performance. The plasma levels of glucose, globulin, triglycerides, creatinine and alkaline phosphatase were affected by the inclusion of the dietary RFO observed quadratic effect and having as points of maximum 13.2, 43.6, 50.0, 30.7 and 27.7 g kg⁻¹ DM, respectively. Increased linearly were observed on the levels of albumin, urea and AST. Albumin was slightly below the range considered ideal for the sheep which is 2.4-3.0 g dL⁻¹. The levels of GGT and bilirubin have had negative linear effect for diets. It is concluded that the residual frying oil in diets for lambs affect the intake, performance and blood metabolic parameters of animals but without bringing health implications of them.

Key words: Byproduct. Weight gain. Feed conversion. Metabolic blood.

INTRODUÇÃO

Sabe-se que a nutrição é um dos principais gargalos dos sistemas de produção por apresentar custos elevados e oscilação de preço ao longo do ano, portanto é crescente a busca por alimentos alternativos que visem à redução dos custos no sistema produtivo. Neste cenário, a utilização de resíduos e coprodutos tornam-se excelentes alternativas de suplementação na nutrição animal, em especial para ruminantes (Louvandini et al., 2007). Suplementos lipídicos são incluídos na dieta de ruminantes para aumentar sua densidade energética, melhorar a utilização de nutrientes, incrementar as produções de carne e leite e possibilitar a manipulação da composição em ácidos graxos destes produtos (Palmquist et al., 1993). A utilização do óleo residual na alimentação de ruminantes é vantajosa, pois o lipídio apresenta 2,25 vezes mais conteúdo energético do que os carboidratos (Silva et al., 2007), além de diminuir o custo com o emprego de fontes energéticas na dieta, já que seu custo é diminuto por ser um resíduo na maioria das vezes desprezado.

Como ferramenta de manejo para aumentar a produtividade animal o ganho de peso é importante para permitir elaborar estratégias de manejo a curto prazo, proporcionado assim menor tempo para conseguir atingir o tempo de abate. Outra ferramenta de manejo que pode-se fazer, é o uso da composição sanguínea para apontar desequilíbrios entre o ingresso de nutrientes no organismo, seu metabolismo e os egressos, podendo ser utilizada para identificar doenças metabólicas e desbalanços nutricionais (Contreras et al., 2000).

Neste estudo objetivou-se avaliar o desempenho produtivo e os parâmetros metabólicos sanguíneo de cordeiros alimentados com teores de óleo residual de frituras na dieta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de ovinocultura da Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina (FAZESC-UEL), conduzido de acordo com as normas éticas e aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da mesma instituição, registrado no CEEA/UEL sob o nº 46/12, processo nº 28732/11. Foram utilizados 40 cordeiros sem raça definida, machos, inteiros, com peso médio no início do experimento $21,0 \pm 3,4$ kg.

No início do experimento, os animais foram pesados, identificados, vacinados contra clostridioses, vermifugados e distribuídos aleatoriamente, em baias individuais em aprisco coberto e com piso ripado, em regime de confinamento. Os animais foram mantidos confinados até que o primeiro lote atingisse peso de abate de 35 kg. Houve um período pré-experimental de 15 dias de adaptação às condições experimentais (manejo, rotina, ambiente e alimentação). O delineamento experimental foi completamente casualizado, sendo os animais divididos em 5 tratamentos, com 8 repetições por tratamento, de acordo com os teores de óleo residual de frituras nos alimentos suplementares concentrados (0, 20, 40, 60 e 80 g kg⁻¹ com base na MS).

As rações utilizadas no experimento foram calculadas após análise bromatológica dos alimentos (Tabela 1), realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual de Londrina. As determinações de MS, proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e fibra bruta (FB) foram realizadas segundo procedimentos citados por Mizubuti et al. (2009).

As rações foram balanceadas para ganho de peso médio de 200 gramas dia⁻¹ segundo o NRC (2007) e para serem isoprotéicas, com relação volumoso:concentrado de 60:40, tendo como fonte volumosa a silagem de sorgo (Tabela 1). A ração completa (volumoso + concentrado) foi fornecida duas vezes ao dia, sendo a quantidade ofertada corrigida

diariamente, procurando-se manter as sobras em torno de 10% do peso total da ração oferecida, para assegurar um consumo sem restrições por disponibilidade. Os cordeiros tinham acesso irrestrito à água.

Tabela 1 – Composição química dos alimentos e da rações com base na matéria seca das dietas para carneiros contendo teores de inclusão de óleo residual de frituras.

Alimento	Teor de inclusão de óleo residual de frituras (g kg ⁻¹ Ms)				
	0	20	40	60	80
Silagem de sorgo (g kg ⁻¹ Ms)	600,0	600,0	600,0	600,0	600,0
Milho (g kg ⁻¹ Ms)	189,4	171,0	152,7	134,3	116,0
Farelo de trigo (g kg ⁻¹ Ms)	81,2	73,3	65,4	57,6	49,7
Farelo de soja (g kg ⁻¹ Ms)	109,4	115,6	121,9	128,1	134,3
Mistura mineral vitamínica (g kg ⁻¹ Ms)	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Óleo residual de frituras (g kg ⁻¹ Ms)	0,0	20,0	40,0	60,0	80,0
Total	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0
Composição química					
Matéria seca (g kg ⁻¹ Ms)	494,5	497,5	500,6	503,6	506,7
Matéria orgânica (g kg ⁻¹ Ms)	933,1	933,3	933,5	933,8	934,0
Proteína bruta (g kg ⁻¹ Ms)	128,2	128,3	128,4	128,5	128,5
Extrato etéreo (g kg ⁻¹ Ms)	26,0	44,8	63,6	82,4	101,2
FDN ⁽¹⁾ (g kg ⁻¹ Ms)	523,8	517,6	511,5	505,3	499,1
FDA ⁽²⁾ (g kg ⁻¹ Ms)	265,7	260,8	255,8	250,8	245,8

Fonte: elaboração dos autores; ¹Fibra em detergente neutro; ²Fibra em detergente ácido

Foram realizadas coletas semanais das rações ofertadas e das sobras, as amostras semanais correspondentes a cada um dos períodos de 21 dias foram agrupadas proporcionalmente constituindo-se as amostras compostas. Após a coleta foram acondicionadas em sacos de papel e levadas a estufa com ventilação forçada a 55 °C, por 72 horas para pré-secagem. Posteriormente, as amostras foram moídas em moinho com peneira de 1 mm de diâmetro, previamente identificadas para determinação de MS, PB, EE, MM, FDN e FDA.

Para estimativa do consumo de MS foram realizadas pesagens diárias, por baía, da ração ofertada e das sobras. Os totais do ofertado e sobras da ração foram divididos pelo número de dias em confinamento, resultando na média diária de ofertados e sobras.

Com os valores de MS, determinaram-se as quantidades médias de MS ofertada e MS das sobras e por diferença entre esses valores, obteve-se o consumo médio diário de MS por animal (CMS) expressas em grama animal⁻¹ dia⁻¹, em percentagem de peso corporal (% do PC) e em peso metabólico (PV^{0,75}).

Ao final do período experimental foi feita pesagem, precedida por jejum de 16 horas, para obtenção do peso vivo final, do ganho de peso médio diário e da conversão alimentar. A conversão alimentar foi calculada pela razão entre os consumos da ração e o ganho de peso diário.

Foram realizadas três coletas de sangue em intervalos de 20 dias, as amostras foram coletadas antes da refeição matinal e obtidas por meio da venopunção da jugular externa, por sistema a vácuo, e armazenadas em dois frascos, um contendo o anticoagulante etileno diaminotetracetato de sódio (EDTA) a 10%, e outro isento de anticoagulante, para a realização das provas bioquímicas. As coletas foram realizadas as 7:00h. Imediatamente, foram centrifugadas a 2500 rpm por 10 minutos para obtenção do soro e em seguida armazenadas em tubo eppendorf identificados. As provas bioquímicas de glicose, triglicerídeos, da função renal (uréia e creatinina) e atividade sérica das enzimas hepáticas (Aspartato aminotransferase – AST, Gama-glutamilttransferase – GGT e Fosfatase alcalina – FA, Bilirubinas total e direta) foram realizadas por meio de um analisador bioquímico semi-automático e suas atividades quantificadas por kits comerciais (Labtest Diagnóstica S.A®). O valor das proteínas totais séricas (PT) será determinado através do método do biureto, o valor sérico de albumina através do reativo de verde bromocresol e o de globulina foi obtido pela subtração dos valores individuais de proteína total e albumina, sendo os valores expressos em g dL⁻¹.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de distribuição dos erros e homocedasticidade de variâncias, posteriormente, à análise de variância ($\alpha = 0,05$). Os valores médios foram analisados por meio de análise de regressão, utilizando teste "t" ($\alpha = 0,05$),

aplicando-se o software estatístico R (2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito linear negativo ($P < 0,05$) dos teores de óleo residual de frituras (ORF) nas dietas de cordeiros sobre o peso final ao abate, ganho de peso médio diário (GPMD), consumo de matéria seca (CMS) e conversão alimentar (Tabela 2). A redução do GPMD é decorrente da diminuição no CMS, já que o desempenho animal depende da ingestão de nutrientes, que, por sua vez, é determinada pela quantidade de matéria seca ingerida e por consequente ocasionou um menor peso ao abate, que ocasionou uma pior conversão alimentar das dietas contendo os maiores teores de ORF. Duas são as teorias capazes de explicar a redução de CMS no presente estudo, a primeira dela baseia-se no efeito depressor que lipídios causam sobre o consumo de matéria seca por estar relacionado à inibição do crescimento microbiano e, conseqüentemente, fermentação da fibra, reduzindo, assim, a taxa de passagem da digesta pelo trato gastrointestinal (Vargas et al., 2002). A segunda possibilidade é que esta redução pode estar relacionada à teoria de regulação do consumo, proposta por Nicholson; Omer (1983), onde o aumento da secreção de colecistoquinina (CCK), decorrente da presença de ácidos graxos insaturados na digesta, pode inibir a motilidade no rúmen e retículo, reduzindo o consumo de alimentos. Os resultados para todos estes parâmetros do desempenho aqui verificados corroboram com os encontrados na literatura (Azevedo et al., 2012; Farias et al., 2012; Pompeu et al., 2012; Silva et al., 2007 e Vargas et al. 2002).

Tabela 2 – Desempenho produtivo de cordeiros alimentados com teores de óleo residual de frituras na dieta.

	Teores de óleo residual de frituras					Equação	P ¹	CV ² (%)
	0	20	40	60	80			
	g Kg ⁻¹ MS							
Peso inicial (kg)	21,1	20,4	20,9	21,3	21,07	$\hat{Y}= 21,0$	ns	17,6
Peso Final (kg)	34,5	35,5	31,5	30,4	28,1	$\hat{Y}A$	*	15,4
GPMD ³ (g dia ⁻¹)	149,0	167,1	117,8	100,6	77,6	$\hat{Y}B$	**	23,0
CMS ⁴ (g dia ⁻¹)	1716,9	1458,9	1494,9	1531,0	1203,6	$\hat{Y}C$	*	18,8
CMSPC ⁵ (%PC)	6,4	5,3	5,9	6,2	5,0	$\hat{Y}= 5,8$	ns	28,0
CMSPM ⁶ (g kg ⁻¹ PC ^{0,75})	143,3	121,2	133,0	138,1	110,3	$\hat{Y}=129,9$	ns	25,0
Conversão alimentar	12,1	8,8	13,3	15,8	14,6	$\hat{Y}D$	*	33,4

Fonte: Elaboração dos autores; ¹P= valor de probabilidade; ²CV= coeficiente de variação; ³GPMD= ganho de peso médio diário; ⁴CMS= consumo de matéria seca por dia; ⁵CMSPC= consumo de matéria seca em função do peso corporal; ⁶CMSPM= consumo de matéria seca em função do peso metabólico; ns= não significativo; *significativo a 5%; ** significativo a 1%; $\hat{Y}A= 35,47 - 0,088x$ ($R^2= 0,88$); $\hat{Y}B= 163,0 - 1,028x$ ($R^2=0,84$); $\hat{Y}C= 1675,69 - 4,731x$ ($R^2=0,67$); $\hat{Y}D= 10,64 - 0,059x$ ($R^2= 0,50$);

O consumo de matéria seca em função do peso corporal (CMSPC) e em função do peso metabólico (CMSPM), não foram influenciados ($P>0,05$, Tabela 2) pelos teores de ORF. Segundo Mertens (1994), não há uma base única de peso corporal que possa ser usada para uma ampla variação de qualidades dietéticas que possa remover variações de peso animal, pois ambos os sistemas de controle físico e fisiológico de ingestão, não são influenciados pela mesma relação com o peso vivo do animal. Para dietas ricas em energia, variações na ingestão entre animais podem ser minimizadas pela expressão da ingestão em termos de unidade de tamanho metabólico, a qual provavelmente é limitada pela demanda energética e esta é, geralmente relacionada ao tamanho do corpo metabólico. O CMS no maior teor de ORF, esteve abaixo das recomendações preconizadas pelo NRC (2007) que é de 1,39 kg dia⁻¹ para cordeiros com oito meses de idade e pesando 40 kg e com um ganho de peso corporal de 250g dia⁻¹, mesmo comportamento teve o GPMD onde os animais tiveram ganhos aquém do sugerido pelo mesmo comitê. Com isto é possível afirmar que as indicações de ganho de peso das tabelas de exigências nutricionais podem não ser alcançadas nas nossas condições, pois vários fatores podem influenciar, positiva ou negativamente, os resultados, tais como: diferenças de potencial genético dos animais, diferenças nas dietas utilizadas, além de outros fatores ambientais (temperatura, umidade relativa do ar, luminosidade, entre outros). Trabalhos encontrados na literatura relatam a mesma

problemática do GPMD ser inferior aos recomendados pelos comitês de exigências nutricionais (Piola Júnior, et al., 2009; Garcia et al., 2000; Mahgoub; Lu; Early, 2000).

Os níveis de glicose circulantes no sangue tiveram efeito quadrático ($P < 0,01$) com a inclusão dos teores de ORF nas dietas (Tabela 3) e teve como ponto de máxima $13,2 \text{ g kg}^{-1}$ MS de ORF. No entanto, esses valores encontra-se dentro do limite fisiológicos considerado normal ($50\text{-}80 \text{ mg dL}^{-1}$; Kaneko et al., 2008). Resultados similares foram encontrados por Borja et al., 2014, quando avaliaram os parâmetros sanguíneo de caprinos alimentados com torta de licuri. A concentração de glicose sanguínea é relativamente constante no organismo animal, em razão de um eficiente mecanismo hormonal destinado à sua manutenção, e somente uma subnutrição muito severa seria capaz de levar os animais a um quadro hipoglicêmico.

As concentrações séricas de proteínas totais dos cordeiros não diferiram ($P > 0,05$) com os teores ORF nas dietas, cujo valor médio obtido foi de $6,63 \text{ g dL}^{-1}$ (Tabela 3). Este valor está dentro do intervalo de referência para ovinos estipulado por Kaneko et al., (2008), que variam de $6,0$ a $7,9 \text{ g dL}^{-1}$.

Houve efeito linear crescente ($P < 0,01$; Tabela 3) dos teores de ORF sobre os níveis de albumina e ureia sanguínea. A albumina esteve ligeiramente abaixo da faixa considerada ótima para a espécie ovina que é de $2,4\text{-}3,0 \text{ g dL}^{-1}$ (Kaneko et al., 2008). A albumina desempenha a função de carrear os ácidos graxos não esterificados, os quais serão utilizados pelos tecidos periféricos como fonte de energia. Assim, com a sua diminuição, haverá menor aporte de energia nos tecidos e consequentemente, menor desenvolvimento corporal (González; Silva, 2003), fato este constatado neste estudo, ao analisar o desempenho e peso final ao abate dos animais (Tabela 2). Embora tenha ocorrido efeito sobre os níveis de ureia, este parâmetro esteve dentro da faixa estipulada que é de $24\text{-}60 \text{ mg dL}^{-1}$ (González; Silva, 2003). Esta estabilidade na concentração de ureia sanguínea, se deve ao eficiente mecanismo homeostático que os ruminantes apresentam para manter os teores de componente circulante.

Existe uma estreita relação entre a reciclagem de nitrogênio (N) e o ciclo da ureia, este processo de reciclagem começa quando a amônia é absorvida pela parede ruminal e imediatamente transportada pela circulação via porta para o fígado onde é metabolizada e posteriormente convertida em ureia, sendo excretada na urina ou reciclada através de saliva. A quantidade de nitrogênio reciclado em ruminantes pode ser influenciada por vários fatores da dieta: consumo de matéria seca, consumo de carboidratos rapidamente fermentescíveis, teor de concentrado, teor de nitrogênio e quantidade de proteína não degradável no rúmen que chega ao intestino (Van Soest, 1994).

Tabela 3 – Parâmetros metabólicos sanguíneo de ovinos alimentados com dietas contendo teores de óleo residual de frituras.

Parâmetros	Teores de óleo residual de frituras					Equação	P ¹	CV ² (%)
	0	20	40	60	80			
	g Kg ⁻¹ MS							
Glicose (mg dL ⁻¹)	72,25	73,91	70,39	69,83	65,27	Q ⁵	**	7,00
PTNT ³ (g dL ⁻¹)	6,29	6,84	6,75	6,69	6,57	Ŷ= 6,63	ns	11,07
Albumina (g dL ⁻¹)	2,16	2,27	2,23	2,32	2,36	L ⁶	**	6,94
Globulina (g dL ⁻¹)	4,11	4,58	4,57	4,41	4,34	Q ⁷	*	12,97
Alb:Glob ⁴	0,51	0,49	0,49	0,54	0,55	Q ⁸	**	12,21
Creatinina (mg dL ⁻¹)	0,87	0,76	0,86	0,83	0,93	Q ⁹	**	13,68
Ureia (mg dL ⁻¹)	27,04	28,81	29,79	33,54	38,05	L ¹⁰	**	17,00
Triglicerídeos (mg dL ⁻¹)	11,71	15,24	25,08	22,08	18,44	Q ¹¹	**	39,00
AST ⁵ (UI. L ⁻¹)	116,87	120,79	124,83	125,73	145,21	L ¹²	**	15,72
GGT ⁶ (UI. L ⁻¹)	80,12	82,43	77,34	72,44	73,81	L ¹³	*	15,29
Fosfatase alcalina (UI. L ⁻¹)	227,67	258,14	240,62	224,54	174,64	Q ¹⁴	*	15,29
Bilirubina total (mg dL ⁻¹)	0,34	0,32	0,33	0,28	0,30	L ¹⁵	*	20,78
Bilirubina direta (mg dL ⁻¹)	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	Ŷ= 0,03	ns	31,30
Bilirubina indireta (mg dL ⁻¹)	0,30	0,29	0,29	0,25	0,27	L ¹⁶	*	23,5

Fonte: Elaboração dos autores; ns= não significativo; *significativo a 5%; ** significativo a 1%; Q= quadrático; L = linear; P_{máx}= ponto de máxima; P_{mín}= ponto de mínima; ¹P= valor de probabilidade; ²CV= coeficiente de variação; ³PTNT= proteínas totais; ⁴Alb:Glob= relação entre albumina e globulina; ⁵AST= aspartato aminotransferase; $\hat{y}^5 = 72,54 + 0,044x - 0,0017x^2$ (R²= 0,92; P_{máx}= 13,2 g kg⁻¹ MS de ORF); $\hat{y}^6 = 2,17 + 0,002x$ (R²= 0,86); $\hat{y}^7 = 4,15 + 0,019x + -0,0002x^2$ (R²= 0,81; P_{máx}= 43,6); $\hat{y}^8 = 0,51 - 0,001x + 0,00001x^2$ (R²= 0,84; P_{mín}= 25,4); $\hat{y}^9 = 0,85 - 0,003x + 0,00005x^2$ (R²= 0,62; P_{mín}= 30,7); $\hat{y}^{10} = 26,09 + 0,134x$ (R²= 0,93); $\hat{y}^{11} = 10,67 + 0,494x - 0,0049x^2$ (R²= 0,84; P_{máx}= 50,0); $\hat{y}^{12} = 114,35 + 0,308x$ (R²= 0,79); $\hat{y}^{13} = 81,60 - 0,111x$ (R²= 0,73); $\hat{y}^{14} = 230,04 + 1,569x - 0,0283x^2$ (R²= 0,97; P_{máx}= 27,7); $\hat{y}^{15} = 0,34 - 0,0006x$ (R²= 0,68); $\hat{y}^{16} = 0,30 - 0,0006x$ (R²= 0,68)

Foi observado efeito quadrático (P<0,05; Tabela 3) para a concentração plasmática de globulina, relação albumina:globulina e triglicerídeos de cordeiros recebendo dietas contendo teores de ORF, tendo como pontos de máxima 43,6; 25,4 e 50,0 g kg⁻¹ MS de ORF, respectivamente. Embora tenham sido afetados os níveis de globulina observados estão dentro do intervalo estipulado por Kaneko et al. (2008) que é de 3,4 a 5,7 g dL⁻¹. Não há relatos na literatura de que a nutrição é um fator que afeta as concentrações de globulina. As possíveis causas que contribuem para alterações deste indicador são fatores fisiológicos, estresse, inflamações, infecções parasitárias e bacterianas, toxidez, entre outros. Infere-se, portanto, que provavelmente os animais utilizados nesta pesquisa não estavam sujeitos a essas situações. Por outro lado a razão albumina:globulina está abaixo do estipulado por Kaneko et

al. (2008) que é de 0,6 -1,3, este fato possivelmente é decorrente da redução de albumina circulante, no entanto, sem traduzir em hepatopatias nos animais. A concentração de triglicerídeos foi superior que a média típica (0-14 mg dL⁻¹) reportada por Radostitis et al. (2007) e dentro do limite reportado para ovelhas rabo largo Iranianas (18,03- 50,93 mg dL⁻¹; Mojabi, 2011). Os níveis séricos plasmáticos de triglicerídeos em ruminantes são baixos comparados aos não ruminantes, o que reflete a baixa capacidade de síntese hepática de triglicerídeos nos primeiros.

Os níveis sanguíneo da enzima aspartato aminotransferase (AST) foram influenciados ($P < 0,01$; Tabela 3) pelos teores de ORF, com comportamento linear crescente. De acordo com Radostits et al. (2007), animais sadios apresentam intervalos de 60–280 (UI L⁻¹) de AST. Valores acima destes indicam possível degeneração das células hepáticas. Os valores aqui observados estão dentro da faixa recomendada para animais sadios.

Os níveis da gama-glutamyltransferase (GGT) teve efeito ($P < 0,05$; Tabela 3) linear decrescente pelas dietas. Embora os níveis dessa enzima se mantiveram acima dos limites estipulados por Kaneko et al. (2008), que variam de 20 a 52 UI L⁻¹. A dosagem de GGT no plasma sanguíneo é realizada para avaliar a ocorrência de colestatoses hepáticas, ou seja, dilatações das vias biliares devido ao acúmulo de secreção hepática. Quando há alguma lesão no fígado ocorre aumento da GGT e albumina (BATISTA et al., 2009), fato este constatado neste estudo. No entanto, essa afirmação deve ser analisada com cautela, pois a dieta sem a presença de ORF também apresentou valores altos, e, como as proteínas totais e a enzima, aspartato aminotransferase avaliados encontraram-se dentro dos limites estipulados para ovinos não pode-se inferir que houve danos hepáticos nos animais. Nunes et al. (2010), ao incluírem torta de dendê nas dietas para ovinos, também constataram comportamento semelhante para essa enzima, e atribuíram esse fato a características inerentes a fatores genéticos. O mesmo ocorreu no trabalho de Peneluc et al. (2009) que encontraram alterações

nos níveis de GGT sanguíneo em ovinos da raça Santa Inês.

Os níveis de creatinina e a fosfatase alcalina tiveram efeito quadrático ($P < 0,05$; Tabela 3) para as dietas. Os valores da creatinina estiveram abaixo da faixa preconizada por Kaneko et al. (2008) que são de 1,2 – 1,9 mg dL⁻¹. Considerando o fato de que sua excreção somente é realizada por via renal, uma vez que não é reabsorvida ou tampouco reaproveitada pelo organismo animal, os valores diminuídos desta variável podem ser considerados como um indicativo de aumento na taxa de filtração renal, como consequência da participação efetiva da ingestão de água decorrente da época do ano (dezembro) em que foi realizado o experimento, mês este caracterizado por elevadas temperaturas o que estimula o consumo de água para manutenção do homotermia. Todas as médias para a fosfatase alcalina encontram-se dentro dos valores considerados como de referência (68 a 387 UI L⁻¹) descritos por Kaneko et al. (2008).

Os teores ORF na dieta dos cordeiros afetaram as concentrações séricas de bilirrubinas total e indireta ($P < 0,05$; Tabela 3), tendo essas variáveis comportamento linear decrescente. Os valores destes quesitos estão dentro dos parâmetros estipulados por Kaneko et al. (2008), para ovinos, que variaram de 0,1 a 0,5 mg dL⁻¹. Dessa maneira, afirma-se que, nesta pesquisa, a inclusão do óleo residual de frituras o nível de 80 g kg⁻¹ na MS não provocou alterações hepatocelulares ou obstrução biliar nos animais.

CONCLUSÕES

Conclui-se que o óleo residual de frituras nas dietas para cordeiros afetou o consumo, desempenho e os parâmetros metabólicos sanguíneos dos animais, mas sem trazer implicações na saúde dos mesmos.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, R. A., RUFINO, L. M. A., SANTOS, A. C. R., SILVA, L. P., BONFÁ, H. C., DUARTE, E. R., GERASEEV, L. C. Desempenho de cordeiros alimentados com inclusão de torta de macaúba na dieta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.11, p.1663-1668, 2012.
- BATISTA, M.C.; CASTRO, R.S.; REGO, E.W.; CARVALHO, F.A.A.; SILVA, S.M.M.S.; CARVALHO, C.C.D.; RIET-CORREA, F. Hemograma, proteinograma, ionograma e dosagens bioquímicas e enzimáticas de ovinos acometidos por conidiobolomicose no Nordeste do Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Seropédica, v.29, p.17-24, 2009.
- BORJA, M. S.; OLIVEIRA, R. L.; BAGALDO, A. R.; PEREIRA, M. L. A.; PORTELA, R. W. D.; BARBOSA, A. M.; RIBEIRO, C. V. D. M.; CARVALHO, G. G. P. Microbial protein and blood parameters of goats fed with licury cake. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.35, n.1, p. 519-530, 2014.
- CONTRERAS, P.A.; WITTEW, F.; BÖHMWALD, H. Uso dos perfis metabólicos no monitoramento nutricional dos ovinos. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O.; OSPINA, H.; RIBEIRO L.A.O. (ed.) **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. p. 75-88.
- FARIAS, M. S., PRADO, I. N.; VALERO, M.V.; ZAWADZKI, F.; SILVA, R. R.; EIRAS, C. E.; RIVAROLI, D. C.; LIMA, B. S. Níveis de glicerina para novilhas suplementadas em pastagens: desempenho, ingestão, eficiência alimentar e digestibilidade. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 1177-1188, 2012.
- GARCIA, I. F. F.; PÉREZ, J. R. O.; TEIXEIRA, J. C.; BARBOSA, C. M. P. Desempenho de cordeiros Texel x Bergamácia, Texel x Santa Inês e Santa Inês puros terminados em confinamento, alimentados com casca de café como parte da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 564-572, 2000.
- GONZÁLEZ, F.H.D.; SILVA, S.C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. Porto Alegre: UFRGS, 2003, 198p.
- KANEKO, J. J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6th ed. Califórnia : Academic Express, 2008. 916p
- LOUVANDINI, H; NUNES, G.A.; GARCIA, J.A.S.; McMANUS, C.; COSTA, D.M.; ARAÚJO, S.C. Desempenho, características de carcaça e constituintes corporais de ovinos Santa Inês alimentados com farelo de girassol em substituição ao farelo de soja na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.3, p. 603-609. 2007.
- MAHGOUB, O.; LU, C. D.; EARLY, R. J. Effects of dietary energy density on feed intake, body weight gain and carcass chemical composition of Omani growing lambs. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 37, n. 1, p. 35-42, 2000.
- MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY, J. F.G. C. (Ed.). **Forage quality evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.450-493.

MIZUBUTI, I.Y.; PINTO, A.P.; PEREIRA, E.S.; RAMOS, B.M.O. **Métodos laboratoriais de avaliação de alimentos para animais**. Londrina: EDUEL, 2009. v.1, 228p.

MOJABI, A. **Veterinary Clinical Biochemistry** - 2nd ed. (In FARSI). Noorbakhsh Publishing, Tehran, Iran, p. 511, 2011.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirement of small ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids**. Washington: National Academy Press, 2007. 384p.

NICHOLSON, T.; OMER, S.A. The inhibitory effect of intestinal infusions of unsaturated long- chain fatty acids on fore stomach motility of sheep. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.50, p.141-149, 1983.

NUNES, A. S.; OLIVEIRA, R. L.; AYRES, M. C. C.; BAGALDO, A. R.; GARCEZ NETO, A. F.; BARBOSA, L. P. Condição hepática de cordeiros mantidos com dietas contendo torta de dendê proveniente da produção de biodiesel. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n.8, p.1825-1831, 2010.

PAIM, T.P.; CARDOSO, M.T.M; BORGES, B.O.; DALLAGO, B.S.L.; LANDIM, A.; LIMA, P.M.T; LOUVANDINI, H.; FRANCO, E.; MCMANUS, C.M. **Aspectos econômicos da produção de cordeiros cruzados confinados abatidos em diferentes pesos no Distrito Federal**. Disponível em: <
<http://www.sovergs.com.br/conbravet2008/anais/cd/resumos/R0582-3.pdf>> Acesso em 17 de abril de 2014.

PALMQUIST, D.L.; BEAULIEU, D.; BARBANO, D.M. Feed and animal factors affecting milk fat composition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.76, p.1753-1771, 1993.

PENELUC, T.; DOMINGUES, L. F.; ALMEIDA, G. N.; AYRES, M. C. C.; MOREIRA, E. L. T.; CRUZ, A. C. F.; BITTENCOURT, T. C. B. S. C.; ALMEIDA, M. A. O.; BATATINHA, M. J. M. Atividade anti-helmíntica do extrato aquoso das folhas de *Zanthoxylum rhoifolium* Lam. (Rutaceae). **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, Jaboticabal, v.18, supl. 1, p.43-48, 2009.

PIOLA JÚNIOR, W.; RIBEIRO, E. L. A.; MIZUBUTI, I. Y.; SILVA, L. D. F.; ROCHA, M. A.; BARBOSA, M. A. A. F.; SOUSA, C. L.; PAIVA, F. H. P. Ganho de peso e características da carcaça de cordeiros recebendo diferentes níveis de energia na ração. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 4, p. 935-944, 2009.

POMPEU, R. C. F. F., CÂNDIDO, M. J. D., PEREIRA, E. S., BOMFIM, M. A. D., CARNEIRO, M. S. S., ROGÉRIO, M. C. P., SOMBRA, W. A., LOPES, M. N. Desempenho produtivo e características de carcaça de ovinos em confinamento alimentados com rações contendo torta de mamona destoxificada em substituição ao farelo de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.41, n.3, p.726-733, 2012.

RADOSTITIS, O. M.; GAY, C.C.; BLOOD, D. C.; HINCHLIFF, K. W. **Veterinary Medicine. A Text Book of the Diseases of Cattle, Sheep, Goats and Horses** (10th ed.)W.B. Saunders Ltd., London, UK (2007), 280p..

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**, Viçosa, v.36, n.1, p.257- 267, 2007.

VAN SOEST, P. J. 1994. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2nd ed. Cornell Univ. Press, Ithaca, NY. p.476.

VARGAS, L. H.; LANA, R. P.; JHAM, G. N.; SANTOS, F. L.; QUEIROZ, A. C.; MANCIO, A. B. Adição de Lipídios na Ração de Vacas Leiteiras: Parâmetros Fermentativos Ruminais, Produção e Composição do Leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.1, p. 522-529, 2002.

4.4 CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO TEORES DE ÓLEO RESIDUAL DE FRITURAS

RESUMO: Objetivou-se avaliar os efeitos dos teores de óleo residual de frituras (ORF) nas dietas sobre as características de carcaça e qualidade da carne de cordeiros confinados. Foram utilizados 40 cordeiros sem raça definida, machos, inteiros, com peso médio no início do experimento $21,0 \pm 3,4$ kg distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, divididos de acordo com os teores de ORF (0, 20, 40, 60 e 80 g kg⁻¹ com base na MS) nas dietas. Foram realizadas avaliações de carcaça e o *Longissimus dorsi* foi retirado para análises de: força de cisalhamento, cor, pH, marmoreio, perda de água por pressão, análise sensorial, centesimal e oxidação lipídica. Os teores de ORF afetou de modo linear decrescente os pesos, as avaliações das carcaças e as medidas aferidas no *Longissimus dorsi*. Houve efeito linear crescente dos teores de ORF nas dietas sobre a força de cisalhamento e pH. Embora tenha ocorrido aumento na força de cisalhamento as carnes podem ser classificadas como muito macias. A oxidação lipídica, os parâmetros relacionados a cor, composição química e os atributos sensoriais da carne não foram influenciados pelos teores de ORF nas dietas. As carnes apresentaram intensidade de odor moderado, boa maciez, pouca à moderada suculência e moderada aceitabilidade. Diante ao apresentado, não é recomendado o uso de ORF em dietas para cordeiros nos teores utilizados, por afetar negativamente a maioria dos parâmetros da carcaça, embora não tenha modificado a qualidade da carne.

Palavras-chave: Carne ovina. *Longissimus dorsi*. Análise sensorial. Resíduo

CARCASS CHARACTERISTICS AND MEAT QUALITY OF LAMBS FED WITH DIETS CONTAINING CONCENTRATIONS OF RESIDUAL FRYING OIL

ABSTRACT: The objective was to evaluate the effects of the levels of residual frying oil (RFO) in diets for lambs on carcass characteristics and meat quality. 40 lambs undefined breed, males, uncastrated, with an average weight 21.0 ± 3.4 kg were used in a randomized design, divided according to the levels of RFO (0, 20, 40, 60 and 80 g kg⁻¹ DM basis) in diets. Carcasses were evaluated and the *Longissimus dorsi* was removed for analyzes of shear force, color, pH, marbling, water loss by pressure, sensory analysis, chemical analyses and lipid oxidation. The levels of RFO affected linearly decreasing the weights, assessments of carcasses and the measurements taken in the *Longissimus dorsi*. There were a linear increase in the levels of RFO in diets on the shear force and pH. Although there was an increase in shear force meats can be classified as very soft. The lipid oxidation, the parameters related to color, chemical composition and sensory attributes of meat were not influenced by the content of the diets RFO. The meats presented moderate odor intensity, good softness, juiciness low to moderate and moderate acceptability. Given the presentation, is not recommended to use RFO in diets for lambs in the levels used by most negatively affect carcass characteristics, although it has not changed the quality of meat.

Key words: Sheep meat. *Longissimus dorsi*. Sensory analysis. Residue.

INTRODUÇÃO

A espécie ovina tem por peculiaridade a alta eficiência para ganho em peso e qualidade de carne. Porém, a cadeia produtiva de carne ovina no Brasil ainda encontra-se desorganizada apresentando baixa oferta e a pouca conscientização da necessidade de se produzir carne de boa qualidade por parte da maioria dos produtores, que vêm contribuir para dificultar ainda mais o aumento do consumo (Alves et al., 2003). Por este motivo, o consumo de carne ovina pelos brasileiros é menor se comparado ao de outras carnes (bovina, suína, aves), embora, nos grandes centros urbanos, observa-se aumento no consumo de carne ovina, e as perspectivas de comercialização sejam promissoras. Para que este quadro possa se manter, o produtor tem que se preocupar cada vez mais em oferecer ao mercado um produto de qualidade, principalmente quanto às características físico-químicas e sensoriais da carne (Vieira et al., 2010).

No sistema de produção de carne, as características quantitativas e qualitativas da carcaça são fundamentais, pois estão diretamente relacionadas ao produto final. Assim, uma avaliação de carcaça bem planejada é importante para o estabelecimento de um sistema de classificação e tipificação de carcaças para atender as necessidades do mercado consumidor, tanto em quantidade como em qualidade (Silva et al., 2008).

Dessa forma, a prática de confinamento permite disponibilizar ao mercado consumidor um animal mais jovem com características de carcaça desejáveis, o que pode contribuir com a expansão do consumo (Alves et al. 2003). No entanto, a utilização essa técnica esbarra no alto custo de produção, principalmente no quesito alimentação que onera o sistema de produção. Deste modo a alimentação animal tem se tornado um assunto de alta prioridade, face às relações desfavoráveis entre os custos dos insumos, principalmente concentrados. Diante disso, deve-se buscar a utilização de tecnologias que permitam

eficiência e economicidade em qualquer exploração pecuária (REIS et al. 2001). Nesse sentido, o de óleo residual de frituras pode constituir-se em importante alternativa, tanto do aspecto econômico, como do ponto de vista ambiental, podendo proporcionar uma redução do despejo desse poluente, diminuindo a contaminação das águas, já que, o óleo residual de frituras representa um grande poluente quando não é dado a ele um destino correto após seu uso.

Tendo em vista a possibilidade de oferta de óleo residual de frituras como possível alternativa na alimentação animal, principalmente aos pequenos produtores, objetivou-se com este estudo avaliar os efeitos dos teores de óleo residual de frituras nas dietas sobre as características de carcaça e qualidade da carne de cordeiros confinados.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de ovinocultura da Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina (FAZESC-UEL), conduzido de acordo com as normas éticas e aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da mesma instituição, registrado no CEEA/Uel sob CEEA/Uel sob o nº 46/12, processo nº 28732/11. Foram utilizados 40 cordeiros sem raça definida, machos, inteiros, com peso médio no início do experimento $21,0 \pm 3,4$ kg.

No início do experimento, os animais foram pesados, identificados, vacinados contra clostridioses, vermifugados e distribuídos aleatoriamente, em baias individuais em aprisco coberto e com piso ripado, em regime de confinamento. Os animais foram mantidos confinados até que o primeiro lote atingisse peso de abate de 35 kg. Houve um período pré-experimental de 15 dias de adaptação às condições experimentais (manejo, rotina, ambiente e alimentação). O delineamento experimental foi completamente casualizado, sendo os animais divididos em 5 tratamentos, com 8 repetições por tratamento, de acordo com os teores de óleo

residual de frituras nos alimentos suplementares concentrados (0, 20, 40, 60 e 80 g kg⁻¹ com base na MS).

As rações utilizadas no experimento foram calculadas após análise bromatológica dos alimentos (Tabela 1), realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual de Londrina. As determinações de MS, proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e fibra bruta (FB) foram realizadas segundo procedimentos citados por Mizubuti et al. (2009).

As rações foram balanceadas para ganho de peso médio de 200 gramas/dia segundo o NRC (2007) e para serem isoprotéicas, com relação volumoso:concentrado de 60:40, tendo como fonte volumosa a silagem de sorgo (Tabela 1). A ração completa (volumoso + concentrado) foi fornecida duas vezes ao dia, sendo a quantidade ofertada corrigida diariamente, procurando-se manter as sobras em torno de 10% do peso total da ração oferecida, para assegurar um consumo sem restrições por disponibilidade. Os cordeiros tinham acesso irrestrito à água.

Tabela 1 – Composição química dos alimentos e da rações com base na matéria seca das dietas para carneiros contendo teores de inclusão de óleo residual de frituras.

Alimento	Teor de inclusão de óleo residual de frituras (g kg ⁻¹ Ms)				
	0	20	40	60	80
Silagem de sorgo (g kg ⁻¹ Ms)	600,0	600,0	600,0	600,0	600,0
Milho (g kg ⁻¹ Ms)	189,4	171,0	152,7	134,3	116,0
Farelo de trigo (g kg ⁻¹ Ms)	81,2	73,3	65,4	57,6	49,7
Farelo de soja (g kg ⁻¹ Ms)	109,4	115,6	121,9	128,1	134,3
Mistura mineral vitamínica (g kg ⁻¹ Ms)	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Óleo residual de frituras (g kg ⁻¹ Ms)	0,0	20,0	40,0	60,0	80,0
Total	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0
Composição química					
Matéria seca (g kg ⁻¹ Ms)	494,5	497,5	500,6	503,6	506,7
Matéria orgânica (g kg ⁻¹ Ms)	933,1	933,3	933,5	933,8	934,0
Proteína bruta (g kg ⁻¹ Ms)	128,2	128,3	128,4	128,5	128,5
Extrato etéreo (g kg ⁻¹ Ms)	26,0	44,8	63,6	82,4	101,2
FDN ⁽¹⁾ (g kg ⁻¹ Ms)	523,8	517,6	511,5	505,3	499,1
FDA ⁽²⁾ (g kg ⁻¹ Ms)	265,7	260,8	255,8	250,8	245,8

Fonte: elaboração dos autores; ¹Fibra em detergente neutro; ²Fibra em detergente ácido;

Ao final do período experimental (quando o primeiro lote atingiu peso de abate de 35 kg), foi feita pesagem dos cordeiros, precedida por jejum sólido de 16 horas, para obtenção do peso final de cada animal. Os animais foram transportados por 40 km ao frigorífico com inspeção municipal e permaneceram em baia de espera por 12 horas. O abate foi realizado conforme as normas de abate humanitário, sendo que os animais foram insensibilizados com eletronarcose, seguido imediatamente de sangria, esfolagem e evisceração.

As carcaças foram pesadas logo após o abate (PCQ = peso da carcaça quente) e após 24 horas de resfriamento (2°C) (PCF = peso da carcaça fria). Os rendimentos de carcaça quente (RCQ) e fria (RCF) foram calculados pelas porcentagens dos pesos da carcaça quente e fria em relação ao peso final (PF), e a perda de peso no resfriamento (PPR) pela diferença entre os dois pesos de carcaça (OSÓRIO; OSÓRIO, 2005).

No momento do abate foi coletado o trato gastrointestinal, que foi pesado cheio e vazio, para obtenção do peso corporal vazio (PCV) e rendimento verdadeiro (RV), em que, $PCV = PF - \text{peso do conteúdo gastrintestinal}$ e $RV = ((PCQ / PCV) \times 100)$. O índice de

compacidade da carcaça (ICC) foi calculado conforme Cesar e Souza (2007) sendo, $ICC \text{ kg/cm} = (PCF/\text{comprimento interno da carcaça fria})$.

A gordura circundante do sistema digestivo foi separada e pesada, sendo denominada de omental (rúmen, retículo, abomaso e omaso) e mesentérica (intestino delgado e grosso), assim como a gordura dos rins, chamada de perirenal (CESAR; SOUZA, 2007).

Foi realizada avaliação de conformação (valores de 1 - côncavo a 6 - convexo), acabamento (valores de 1 - gordura de cobertura ausente a 5 - gordura de cobertura abundante) e gordura estriada do flanco, utilizando padrões fotográficos (Cañeque; Sañudo, 2000).

Foram feitas as medidas de comprimento de carcaça e profundidade torácica, comprimento, perímetro e profundidade de perna e braço, conforme preconizado por Osório e Osório (2005). As meias carcaças esquerdas foram seccionadas na altura da 12^o costela para avaliação da área de olho de lombo, espessura de gordura, profundidade e largura do músculo *Longissimus dorsi*, segundo Cesar e Souza (2007). A taxa de marmoreio foi avaliada subjetivamente utilizando padrões fotográficos da American Meat Science Association – AMSA (2001), sendo atribuídas notas de 1 a 10 (1 = traços de marmoreio e 10 = marmoreio abundante).

A porção da coluna vertebral foi posteriormente enviada ao laboratório, sendo esta desossada para obtenção do músculo *Longissimus dorsi*. O músculo foi dividido em porções: três para força de cisalhamento (3 cm de espessura cada), uma para realizar medidas de cor, pH, marmoreio e perda de água por pressão (2 cm de espessura), duas para análise sensorial (3 cm de espessura cada), uma para análise centesimal (2 cm de espessura) e uma para índice de oxidação lipídica (2 cm de espessura).

A força de cisalhamento foi medida por meio do aparelho texturômetro Brookfield® CT3 Texture Analyzer com a probe blade shear 3 mm. Para a obtenção das amostras utilizou-

se um amostrador de aço de forma cilíndrica. Foram utilizadas duas porções do músculo *Longissimus dorsi* por animal, os quais foram assados até a temperatura interna de 71°C. De cada porção foram retiradas três subamostras de aproximadamente 1,25 cm de espessura e 2,5 cm de comprimento, e cada sub amostra foi cisalhada por uma vez, dando um total de seis leituras por animal (Whipple et al., 1990).

A cor foi avaliada utilizando o aparelho colorímetro portátil Minolta® para avaliação dos componentes L* (luminosidade), a* (componente vermelho-verde) e b* (componente amarelo-azul), que foram expressos no sistema de cor CIELAB. Esses valores foram usados para calcular o ângulo de tonalidade (h*) pela equação $h^* = \tan^{-1}(b^*/a^*)$, e o índice de saturação, ou croma (c*), a partir da equação $c^* = (a^{*2} + b^{*2})^{0,5}$.

A perda de água (PAP) foi realizada pelo método de pressão em papel de filtro (BARBUT, 1996). O pH foi verificado utilizando potenciômetro portátil com eletrodo de inserção da marca Testo® 205. A paleta esquerda foi congelada e posteriormente dissecada para obtenção da proporção de osso, músculo e gordura.

Para o índice de oxidação lipídica foi realizado o teste do ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS), pesando-se 5 g de amostra homogeneizada e adicionando-se 25 mL de tetrametoxipropano a 7,5%. Posteriormente procedeu-se homogeneização por 1 minuto com filtragem em tubo corning. Acrescentou-se em tubo de ensaio 4 mL do filtrado, 1 mL de TCA (ácido tricloroacético) e 5 mL de TBA (ácido tiobarbitúrico). Os tubos foram colocados em banho-maria fervente por 45 minutos. Após esfriarem foi realizada a leitura em espectrofotômetro a 538nm, acompanhada de curva padrão, de acordo com o método descrito por Pikul; Leszczynski; Kummerow (1989).

A análise sensorial foi realizada por intermédio de escala estruturada conforme a metodologia proposta pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (1993). Foram utilizados oito provadores treinados, sendo avaliada a intensidade de odor (1 -nenhum a 5 -

extremamente intenso); suculência (1 - nenhuma a 5 - alta); maciez (1 - muito dura a 7 - muito macia) e aceitabilidade global (1 - extremamente inaceitável a 9 - extremamente aceitável). Cada provador recebeu a ficha de avaliação sensorial e 3 amostras sendo as duas amostras extremas e a intermediária (0, 40 e 80 g kg⁻¹ MS óleo residual de frituras), a escolha da quantidade de amostras a ser avaliada para cada um dos provadores, deve-se ao fato de evitar saturações e não conseguir distinguir possíveis variações nos parâmetros organolépticos da carne. Após degustação de cada amostra, os provadores faziam limpeza e rinsagem da boca com água, bolacha do tipo água e sal, e a limpeza do olfato com pó de café.

A análise centesimal da carne quantificou umidade, cinzas, proteína bruta e extrato etéreo, conforme metodologia da Association of Official Agricultural Chemists - AOAC (1990).

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de distribuição dos erros e posteriormente, à análise de variância ($\alpha = 0,05$). Os valores médios foram analisados por meio de análise de regressão, utilizando teste "t" ($\alpha = 0,05$) por meio do software estatístico R (2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de óleo residual de frituras (ORF) afetou de modo linear decrescente ($P < 0,05$; tabela 2) o peso final (PF), peso vazio (PV), peso da carcaça quente (PCQ), peso da carcaça fria (PCF), rendimento de carcaça quente (RCQ), rendimento de carcaça fria (RCF).

As dietas contendo 0 e 20 g kg⁻¹ de ORF foram satisfatórias para os pesos: final, vazio, carcaça quente e carcaça fria por proporcionarem carcaça próxima a 15 kg, faixa de preferência da maioria dos consumidores brasileiros (Zundt; Macedo; Astolphi, 2006).

Tabela 2 – Características de carcaça de cordeiros confinados, de acordo com os teores de óleo residual de frituras na dieta.

Variáveis	Teores de óleo residual de frituras					Equação	P ¹	CV ² (%)
	0	20	40	60	80			
	g Kg ⁻¹ MS							
Peso Final (kg)	34,5	35,5	31,5	30,4	28,1	L ⁷	*	15,4
Peso vazio (kg)	27,6	28,4	25,1	23,0	20,8	L ⁸	**	16,9
Peso carcaça quente (kg)	14,7	15,0	12,9	12,1	10,5	L ⁹	**	18,2
Peso carcaça fria (kg)	14,3	14,6	12,5	11,7	10,1	L ¹⁰	**	18,4
RCQ ³ (kg/100 kg carcaça)	42,6	42,2	40,9	39,7	37,3	L ¹¹	**	5,2
RCF ⁴ (kg/100 kg carcaça)	41,3	41,2	39,4	38,4	35,8	L ¹²	**	5,1
RV ⁵ (kg/100 kg carcaça)	53,5	52,7	51,4	52,5	50,1	$\hat{y}= 52,1$	ns	4,6
PPR ⁶ (kg/100 kg carcaça)	3,2	3,1	3,6	3,3	3,8	$\hat{y}= 3,4$	ns	18,8
Trato gastrointestinal cheio (kg)	9,0	9,2	8,3	9,1	9,0	$\hat{y}= 8,9$	ns	13,6
Trato gastrointestinal vazio (kg)	2,1	2,1	2,0	1,8	1,8	$\hat{y}= 2,0$	ns	15,4
Gordura omental (g)	298,0	355,6	308,3	260,7	161,7	L ¹³	*	39,3
Gordura mesentérica (g)	295,4	347,8	317,5	249,2	254,3	L ¹⁴	*	23,2
Gordura perirenal (g)	171,1	134,6	128,1	152,6	95,9	$\hat{y}= 137,6$	ns	56,7
Gordura estriada do franco	2,4	2,4	2,5	1,7	1,4	Q ¹⁵	**	27,2
Conformação	4,4	4,9	3,7	3,7	2,8	L ¹⁶	*	29,0
Acabamento	2,5	2,4	2,4	1,9	1,4	L ¹⁷	*	32,8

¹P= valor de probabilidade; ²CV= coeficiente de variação; ³RCQ= rendimento de carcaça quente; ⁴RCF= rendimento de carcaça fria; ⁵RV= rendimento verdadeiro; ⁶PPR= perda de peso ao resfriamento; ns= não significativo; *significativo a 5%; ** significativo a 1%; L= linear; Q= quadrático; $\hat{y}^7= 35,47 - 0,088x$ (R²= 0,88); $\hat{y}^8= 28,69 - 0,093x$ (R²= 0,90); $\hat{y}^9= 15,27 - 0,055x$ (R²= 0,92); $\hat{y}^{10}= 14,85 - 0,055$ (R²= 0,91); $\hat{y}^{11}= 43,14 - 0,064x$ (R²=0,93); $\hat{y}^{12}= 41,95 - 0,067x$ (R²= 0,92); $\hat{y}^{13}= 0,347 - 0,0017x$ (R²= 0,62); $\hat{y}^{14}= 0,327 - 0,0009x$ (R²= 0,44); $\hat{y}^{15}= 2,39+0,001x-0,0003x^2$ (R²= 0,91; Pmáx= 17,23); $\hat{y}^{16}= 4,71-0,02x$ (R²= 0,75); $\hat{y}^{17}= 2,65 - 0,013x$ (R²= 0,85)

Fonte: Elaboração dos autores

Os rendimentos de carcaça quente e fria, nas dietas com maiores teores de ORF (40, 60 e 80 g kg⁻¹ MS de ORF) estão abaixo dos rendimentos normalmente encontrados para a espécie ovina que são valores superiores a 40%. Este efeito sobre o rendimento é decorrente da redução no peso ao abate dos animais submetidos aos referidos teores de ORF, pois, segundo Arboitte et al. (2004), os rendimentos de carcaça podem ser influenciados pelo peso ao abate dos animais. O rendimento verdadeiro não foi afetado (P>0,05, tabela 2) pelos teores de ORF, este fato provavelmente é decorrente do desconto do conteúdo gastrointestinal, pois o conteúdo do trato gastrointestinal e o trato gastroingenstinal vazio não foram afetados pelas dietas (P>0,05), assim sendo, animais com menor peso ao abate apresentavam conteúdo gastrointestinal igual aos grupos com maior peso final, e após o desconto do conteúdo houve

um melhor balizamento do rendimento. Portanto, é importante ressaltar os resultados de RV que é relevante do ponto de vista econômico e produtivo, pois é através do rendimento de carcaça que uma menor ou maior porção de material comestível torna-se disponível para comercialização e consumo após o abate dos animais. Assim, o RV é que determina o maior ou menor custo da carne para o consumidor, motivo relevante para despertar o interesse para esse parâmetro, sendo um incentivo para os criadores que investem nesta atividade (Lima et al., 2013).

Embora as carcaças não tenham atingido padrão satisfatório quanto ao peso das mesmas, a perda de peso por resfriamento (PPR), relacionada principalmente a espessura de gordura de cobertura e a perda de umidade, manteve-se dentro da variação considerada normal de 3,0 a 4,0% (Reis et al., 2001). Possivelmente a ausência de efeito para a perda por resfriamento neste trabalho seja decorrente da baixa cobertura de gordura das carcaças e das condições atmosféricas da câmara frigorífica.

Houve efeito linear decrescente ($P < 0,05$) para as gorduras omental e mesentérica. No entanto, a gordura perirenal não foi influenciada ($P > 0,05$) pelos teores de ORF nas dietas. As reduções nas gorduras interna deve ser vista como resultado positivo, uma vez que, de acordo com Ferreira et al. (2000), a gordura interna não é aproveitada para consumo humano, sendo considerada como desperdício de energia alimentar, devido à maior taxa metabólica do tecido adiposo, aumento com isso as exigências de energia para manutenção. Alves et al. (2003), avaliando a proporção dos componentes não-carcaça de cordeiros Santa Inês alimentados com dietas contendo diferentes níveis de energia, observaram que a gordura foi o componente que apresentou maior variação em função do nível nutricional.

A gordura estriada do franco teve comportamento quadrático ($P < 0,05$; tabela 2) para os teores de ORF nas dietas, tendo como ponto de máxima o teor de $17,23 \text{ g kg}^{-1}$ MS de ORF. Segundo Sainz (2000), a gordura estriada do flanco se apresenta como depósito visível na

musculatura dos flancos interna e externo, sendo utilizada para estimar indiretamente a marmorização e distribuição total da gordura na carcaça. A gordura estriada do flanco apresentou correlação ($P < 0,05$) mediana ($r = 0,51; 0,58$ e $0,60$) com o peso final ao abate, acabamento e conformação, respectivamente.

As dietas contendo teores de ORF influenciaram ($P < 0,05$, tabela 2) linearmente de modo decrescente a conformação e o acabamento das carcaças dos cordeiros. As carcaças dos cordeiros alimentados com as dietas 0 e 20 g kg⁻¹ MS ORF podem ser classificadas como sendo sub-convexa a retilínea (boa a muito boa) com razoável cobertura de gordura com porções de músculo aparente. Já os cordeiros submetidos as dietas contendo 40 e 60 g kg⁻¹ MS ORF podem ser classificados como retilínea sem arredondamento para côncava com proeminência de apófises ósseas (boa a regular) com razoável cobertura de gordura com porções de músculo aparente. Já os animais alimentados com a dieta contendo maior teor de ORF tiveram suas carcaças classificadas como côncava com proeminência de apófises ósseas para sub côncava com cobertura muscular insuficiente com baixa cobertura de gordura com musculatura aparente.

As dietas contendo teores de ORF não influenciou ($P > 0,05$) a profundidade de pernil, perímetro de braço, profundidade de braço, proporção de osso, músculo e gordura na paleta. No entanto, o comprimento de carcaça, profundidade torácica, comprimento do pernil, perímetro pernil e compacidade corporal apresentaram efeito linear decrescente ($P < 0,05$) com a inclusão de ORF nas dietas (Tabela 3). Observaram-se valores decrescentes para compacidade da carcaça, o que indica redução na deposição de tecido por unidade de comprimento, em torno de 0,007 kg/cm a cada unidade de ORF na dieta. Esse resultado é reflexo direto do menor peso de abate dos animais. Segundo Mattos et al. (2006) baixos valores de compacidade da carcaça não são desejáveis para obtenção de carcaças de qualidade. Daí a importância de se obter carcaças mais pesadas e de animais jovens. Russo et

al. (2003), estudando os processos de obtenção de carcaça em ovinos na Europa, relataram que o aumento do peso da carcaça resultou em maiores comprimentos e compacidades e observaram também que as carcaças mais pesadas possuíam diferentes morfologias e melhores conformações.

Tabela 3 – Medidas biométricas e rendimento da paleta de cordeiros confinados alimentados com rações contendo teores de óleo residual de frituras.

Variáveis	Teores de óleo residual de fritura (g kg ⁻¹ base na MS)					Equação	P ¹	CV ² (%)
	0	20	40	60	80			
Comprimento de carcaça (cm)	60,75	59,71	58,12	56,75	56,14	L ³	*	5,59
Profundidade torácica (cm)	23,75	24,71	24,06	22,94	21,14	L ⁴	*	8,70
Comprimento de pernil (cm)	27,56	28,00	26,00	25,69	24,86	L ⁵	*	6,9
Perímetro de pernil (cm)	41,50	42,86	41,25	39,37	37,86	L ⁶	*	7,22
Profundidade de pernil (cm)	10,12	10,29	9,37	9,44	10,00	$\hat{y}= 9,83$	ns	18,6
Comprimento de braço (cm)	31,25	32,28	31,62	30,50	31,43	$\hat{y}= 31,39$	*	7,22
Perímetro de braço (cm)	16,00	15,71	15,12	14,75	14,57	$\hat{y}= 15,24$	ns	7,18
Profundidade de braço (cm)	5,15	5,33	4,86	4,74	4,74	$\hat{y}= 4,96$	ns	11,32
Compacidade corporal (kg/cm)	0,23	0,24	0,21	0,21	0,18	L ⁷	**	15,38
Osso (kg/100 kg paleta)	24,20	25,87	25,46	25,18	26,80	$\hat{y}= 25,46$	ns	13,10
Músculo (kg/100 kg paleta)	61,36	62,54	61,22	62,64	60,47	$\hat{y}= 61,65$	ns	5,14
Gordura (kg/100 kg paleta)	14,44	11,58	13,31	12,18	12,72	$\hat{y}= 12,88$	ns	36,96

¹P= valor de probabilidade; ²CV= coeficiente de variação; ns= não significativo; *significativo a 5%; ** significativo a 1%; L= linear; Q= quadrático; $\hat{y}^3= 60,73-0,061x$ ($R^2= 0,98$); $\hat{y}^4= 24,66 - 0,033$ ($R^2= 0,62$); $\hat{y}^5= 27,92- 0,038x$ ($R^2= 0,86$); $\hat{y}^6= 42,64 - 0,052x$ ($R^2= 0,74$); $\hat{y}^7= 0,24 - 0,0007x$ ($R^2= 0,84$);

Fonte: Elaboração dos autores

A utilização de óleo residual de frituras nas dietas não influenciaram ($P>0,05$; tabela 4) a espessura de gordura, marmoreio, perda de água por pressão, perda de água por descongelamento. Para carcaças de ovinos, ainda não existe um valor padrão para espessura mínima de gordura de cobertura que determine uma condição ideal de acabamento. Siqueira & Fernandes (2000) citaram a espessura mínima de gordura de cobertura de 1,4 mm para cordeiros abatidos aos 32 kg. Já Silva Sobrinho (2001) afirma que a espessura de gordura média varia de 2 a 5 mm. Assim sendo, no presente trabalho, o valor encontrado para espessura de gordura de cobertura com as dietas, com exceção da dieta com teor máximo de inclusão de ORF, podem ser consideradas satisfatórias com o mínimo de 1,4 mm.

Tabela 4 – Parâmetros do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com rações contendo teores de óleo residual de frituras.

Variáveis	Teores de óleo residual de fritura (g kg ⁻¹ base na MS)					Equação	P ¹	CV ² (%)
	0	20	40	60	80			
Espessura de gordura (mm)	1,76	2,17	2,07	2,00	1,39	$\hat{y}= 1,88$	ns	29,39
Profundidade do músculo (mm)	54,31	53,00	49,09	48,61	47,31	L ⁵	**	8,08
Largura do músculo (mm)	26,03	26,17	25,83	22,84	21,60	L ⁶	*	13,54
Área de olho de lombo (cm ²)	12,32	12,20	9,98	9,19	9,29	L ⁷	**	19,54
Marmoreio	2,75	2,86	2,37	1,75	2,14	$\hat{y}= 2,37$	ns	43,53
Perda de água por pressão (g/100g)	23,91	25,28	24,71	24,99	21,93	$\hat{y}= 24,19$	ns	19,89
PDESG ³ (g/100g)	6,34	6,43	6,20	6,77	8,41	$\hat{y}= 6,80$	ns	44,1
PCOCÇ ⁴ (g/100g)	20,59	25,39	25,89	25,51	23,42	Q ⁸	*	14,1
pH	5,64	5,57	5,68	5,65	5,71	L ⁹	*	1,49
Força de cisalhamento (kgf)	2,72	3,20	3,15	3,84	3,84	L ¹⁰	**	27,36
Oxidação lipídica (mg TBA/kg)	0,42	0,67	0,39	0,59	0,64	$\hat{y}= 0,54$	ns	41,98
L (luminosidade)	41,31	40,46	41,52	41,22	42,15	$\hat{y}= 41,34$	ns	6,89
a (componente verde-vermelho)	14,63	15,28	14,23	14,77	13,88	$\hat{y}= 14,56$	ns	12,32
b (componente azul-amarelo)	8,82	8,44	8,62	9,07	8,53	$\hat{y}= 8,71$	ns	10,55
c (croma)	23,46	23,72	22,85	23,84	22,41	$\hat{y}= 23,27$	ns	8,97
h (°) (tonalidade)	31,26	29,08	31,65	31,58	31,65	$\hat{y}= 31,08$	ns	12,5

¹P= valor de probabilidade; ²CV= coeficiente de variação; ³PDESCG = perda de água no descongelamento; ⁴PCOCÇ = Perda de água na cocção; ns= não significativo; *significativo a 5%; ** significativo a 1%; L= linear; Q= quadrático; P_{máx}= ponto de máximo; $\hat{y}^5= 54,12 - 0,092x$ (R²= 0,92); $\hat{y}^6= 26,90 - 0,060x$ (R²= 0,81); $\hat{y}^7= 12,38 - 0,045x$ (R²= 0,86); $\hat{y}^8= 20,88+0,238x-0,0026x^2$ (R²= 0,96; P_{máx}= 45,56); $\hat{y}^9= 5,61+ 0,0011x$ (R²= 0,48); $\hat{y}^{10}= 2,77 + 0,014x$ (R²= 0,88);

Fonte: Elaboração dos autores

Houve efeito linear decrescente (P<0,05; tabela 4) para profundidade, largura e área do músculo *Longissimus dorsi*. Este comportamento nas aferições realizadas no músculo *Longissimus dorsi* é decorrente da redução do peso ao abate com a inclusão de ORF nas dietas, pois, segundo Bueno et al. (2000) as medidas aferidas no músculo *Longissimus dorsi* estão diretamente relacionadas ao peso do animal.

Não houve efeito (P>0,05) dos teores de ORF sobre as perdas de água por pressão e por descongelamento. Porém, houve comportamento quadrático para perda de água por cocção (P<0,05; tabela 4) tendo como ponto de máxima no teor de 45,56 g kg⁻¹ MS de ORF. Comportamento similar foi constatado por Fernandes Júnior et al. (2013), ao avaliarem teores de torta de girassol na dieta de cordeiro. Assim sendo, a menor capacidade de retenção de água da carne implica perdas do valor nutritivo pelo exudato liberado, resultando em carne

mais seca e com menor maciez. Segundo Monte et al. (2012) a capacidade de retenção de água é a capacidade que a carne tem de reter água durante aplicação de forças externas, tais como o corte, aquecimento, moagem ou pressão. Traduz sensação de suculência pelo consumidor no momento da mastigação.

Houve efeito linear crescente ($P < 0,01$; tabela 4) dos teores de ORF nas dietas sobre a força de cisalhamento e pH. Deste modo foi necessária mais força para romper as fibras musculares da carne com aumento nos teores de óleos nas dietas. Embora tenha ocorrido aumento na força de cisalhamento as carnes do presente trabalho podem ser classificadas como muito macias, pois segundo, Boleman et al. (1997) a textura da carne pode ser classificada em muito macia quando apresentar valores de 2,3 a 3,6 kgf, moderadamente macia (4,1 a 5,4 kgf) e pouco macia (5,9 a 7,2 kgf). Neste estudo, os valores de pH permaneceram relativamente constantes, considerados dentro da faixa de pH normal para a carne ovina, que se situa entre 5,5 a 5,8 (Silva Sobrinho et al., 2005). O pH exerce influência sobre as características de qualidade da carne tais como, cor, capacidade de retenção de água, maciez, suculência e sabor. As características de declínio do pH são determinadas pelas condições fisiológicas do músculo na hora da insensibilização, e podem ser relacionadas com a produção de lactato, ou mais especificamente com a capacidade do músculo em produzir energia na forma de ATP, que é resultado de uma interação entre genótipo e fatores ambientais (Watanabe et al., 1996).

A oxidação lipídica do lombo ovino durante armazenamento refrigerado, tal qual avaliada pelo índice de TBARS (mg de malonaldeído kg^{-1} de amostra), não foi influenciada pelos teores de óleo residual de fritura nas dietas ($P > 0,05$; tabela 4). Apesar do aumento verificado, os valores de TBARS observados ficaram sempre entre 0,5mg de malonaldeído kg^{-1} de amostra e podem ser considerados aceitáveis. De acordo com Sinclair (2007), a carne de ovinos é rica em ácidos graxos saturados e possui um baixo teor de poliinsaturados, o que,

segundo Ellis; Bertol (2001), a torna menos propensa à ocorrência da oxidação lipídica.

A cor é a característica mais importante para o consumidor no momento da compra, constituindo o critério básico para a sua escolha. Reflete o estado químico e o teor de mioglobina no músculo (Fernandes Júnior, et al. 2013; Monte et al., 2012). Mesmo não havendo diferença ($P>0,05$) entre as dietas experimentais para as variáveis L^* , a^* e b^* (Tabela 4), a carne de no presente trabalho, apresentou-se mais clara (40,46 a 42,15), mais vermelha (13,88 a 15,28) e mais pálida (8,44 a 9,07), quando comparada aos cordeiros avaliados no trabalho de Vieira et al. (2010) cujos valores médios foram de $L^*=47,4$ a 50,5; $a^*=8,4$ a 10,3 e $b^*=8,3$ a 11,3.

O teores de proteína e extrato etéreo da carne, não foram influenciados ($P>0,05$; tabela 5) pelos teores de ORF nas dietas. Observou-se efeito ($P < 0,01$) linear crescente para os valores de umidade da carne e um comportamento quadrático para os valores de matéria mineral, tendo como ponto de mínimo o teor de 43,1 g kg⁻¹ MS de ORF. O resultados do presente trabalho encontra-se dentro da faixa relatada por Zeola et al. (2004), na qual a composição centesimal da carne de cordeiros apresentam valores médios de 75% para a umidade, 19% para proteína, 4% para gordura e 1,1% para matéria mineral, porém esses valores podem variar de acordo com o peso de abate, o estado de engorduramento, a idade do animal e a natureza da dieta.

Tabela 5 – Composição centesimal do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com rações contendo teores de óleo residual de frituras.

Variáveis	Teores de óleo residual de fritura (g kg ⁻¹ base na MS)					Equação	P ¹	CV ² (%)
	0	20	40	60	80			
Umidade (g/100g MN)	75,70	75,52	77,00	77,47	77,89	L^3	**	1,51
Matéria mineral (g/100g MS)	1,05	0,88	0,77	0,91	0,95	Q^4	**	6,62
Proteína bruta (g/100g MS)	20,11	19,11	20,65	20,26	19,29	$\hat{y}= 19,92$	ns	10,25
Extrato etéreo (g/100g MS)	2,89	2,49	3,13	2,80	2,05	$\hat{y}= 2,69$	ns	33,36

¹P= valor de probabilidade; ²CV= coeficiente de variação; ns= não significativo; *significativo a 5%; ** significativo a 1%; L= linear; Q= quadrático; Pmin= ponto de mínimo; $\hat{y}^3= 75,48 + 0,031x$ ($R^2= 0,89$); $\hat{y}^4= 1,04 - 0,010x+0,00012x^2$ ($R^2= 0,82$, Pmin= 43,10);

Fonte: Elaboração dos autores;

Na avaliação dos atributos sensoriais da carne (odor, suculência, maciez e aceitação global), nenhuma das características foi influenciada ($P > 0,05$; tabela 6) pelos teores de óleo residual de frituras nas dietas. Em média, a carne dos cordeiros apresentaram intensidade de odor moderado, boa maciez, pouca à moderada suculência e moderada aceitabilidade. Este resultado é importante, uma vez que essas características organolépticas associadas à maciez determinam a sensação agradável ou desagradável que provoca a aceitação ou a recusa pelo consumidor. Todavia, essas características podem ser influenciadas por fatores intrínsecos como: idade, sexo, raça e pH final do músculo, e por fatores extrínsecos como tecnologias pós-abate, tipo de cozimento e sistema de alimentação.

Tabela 6 – Avaliação sensorial do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com rações contendo teores de óleo residual de frituras.

Variáveis	Teores de óleo residual de fritura (g kg ⁻¹ base na MS)			Equação	P ¹	CV ² (%)
	0	40	80			
Intensidade de odor	2,86	2,71	2,57	$\hat{y} = 2,71$	ns	32,49
Maciez	5,29	5,14	4,71	$\hat{y} = 5,05$	ns	31,57
Suculência	3,43	3,71	3,43	$\hat{y} = 3,52$	ns	31,98
Aceitabilidade global	6,71	5,29	5,71	$\hat{y} = 5,90$	ns	32,50

¹P= valor de probabilidade; ²CV= coeficiente de variação; ns= não significativo; *significativo a 5%; ** significativo a 1%;

Fonte: Elaboração dos autores

CONCLUSÕES

Diante ao apresentado, não é recomendado o uso de óleo residual de frituras em dietas para cordeiros nos teores utilizados, por afetar negativamente a maioria dos parâmetros da carcaça, embora não tenha modificado a qualidade da carne.

REFERÊNCIAS

ALVES, K. S.; CARVALHO, F. F. R.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C.; MEDEIROS, A.N.; NASCIMENTO, J. F.; NASCIMENTO, L. R. S.; ANJOS, A. V. A. Níveis de energia em dietas para ovinos Santa Inês: características de carcaça e constituintes corporais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1927-1936, 2003.

AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION - AMSA. **Meat evaluation handbook**. Savoy: American Meat Science Association, 2001. 161 p.

ARBOITTE, M. Z.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C.; PASCOAL, L. L.; PACHECO, P. S.; SOCCAL, D. C. Características da carcaça de novilhos 5/8 Nelore - 3/8 Charolês abatidos em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 969-977, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 12806: análise sensorial de alimentos e bebidas. Rio de Janeiro: ABNT, 1993. 8 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS - AOAC. Official methods of the association of the agricultural chemists. 15. ed. Arlington: The Association, 1990. v. 2, 684 p.

BARBUT, S. Estimates and detection of the PSE problem in young turkey breast meat. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 76, n. 1, p. 455-457, 1996.

BOLEMAN, S. J.; BOLEMAN, S. L.; MILLER, R. K.; TAYLOR, J. F.; CROSS, H. R.; WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M.; SHACKELFORD, S. D.; MILLER, M. F.; JOHNSON, D. D.; SAVELL, J. W. Consumer evaluation of beef of know categories of tenderness. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, n. 6, p. 1521-1524, 1997.

BUENO, M. S.; CUBGA, E. A.; SANTOS, L. E.; RODA, D. S.; LEINZ, F. F. Características de Carcaça de Cordeiros Suffolk Abatidos em Diferentes Idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n.6, p.1803-1810, 2000.

CAÑEQUE, V.; SAÑUDO, C. **Metodología para el Estudio de la Calidad de la Canal y de la Carne em Ruminantes**. INIA: Madrid, 2000. 254 p.

CEZAR, M. F.; SOUZA, W. H. **Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação**. Uberaba: Ed. Agropecuária Tropical, 2007. 147 p.

ELLIS, M.; BERTOL, T.M. Efeitos do peso de abate sobre a qualidade de carne suína e da gordura. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 2., 2001, Concórdia, SC. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves, 2001. 13p. p.236.

FERNANDES JÚNIRO, F.; RIBEIRO, E. L. A.; MIZUBUTI, I. Y. M.; SILVA, L. D. F.; BARBOSA, M. A. A. F.; PRADO, O. P. P.; PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; CONSTANTINO, C. Características de carcaça e qualidade da carne de cordeiros Santa Inês alimentados com torta de girassol em substituição ao farelo de algodão. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, suplemento 2, p. 3999-4014, 2013.

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

LIMA, L. D.; RÊGO, F. C. A.; KOETZ JUNIOR, C.; RIBEIRO, E. L. A.; CONSTANTINO, C.; BELAN, L.; GASPARINE, M. J.; SANCHEZ, A. F.; ZUNDT, M. Interferência da dieta de alto grão sobre as características da carcaça e carne de cordeiros Texel. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, suplemento 2, p. 4053-4064, 2013

MATTOS, C. W.; CARVALHO, F. F. R.; DUTRA JÚNIOR, W. M.; VÉRAS, A. S. C.; BATISTA, A. M. V.; ALVES, K. S.; RIBEIRO, V. L.; SILVA, M. J. M. S.; MEDEIROS, G. R.; VASCONCELOS, R. M. J.; ARAÚJO, A. O.; MIRANDA, S. B. Características de carcaça e dos componentes não-carcaça de cabritos Moxotó e Canindé submetidos a dois níveis de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.5, p.2125-2134, 2006

MIZUBUTI, I.Y.; PINTO, A.P.; PEREIRA, E.S.; RAMOS, B.M.O. **Métodos laboratoriais de avaliação de alimentos para animais**. Londrina: EDUEL, 2009. v.1, 228p.

MONTE, A. L. S.; GONSALVES, H. R. O.; VILLARROEL, A. B. S.; DAMACENO, M. N.;

CAVALCANTE, A. B. D. Qualidade da carne de caprinos e ovinos: uma revisão. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Patos, v. 8, n. 3, p. 11-17, 2012.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirement of small ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids**. Washington: National Academy Press, 2007. 384p.

OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M. **Produção de carne ovina: técnicas de avaliação “in vivo” e na carcaça**. 2. ed. Pelotas: Ed. Universitária PREC/UFPEL, 2005. 82 p

PIKUL, J.; LESZCZYNSKI, D. E.; KUMMEROW, F. A. Evaluation of three modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat. **Journal of Agricultural of Food Chemistry**, Washington, v. 37, n. 5, p. 309-1313, 1989.

R Core Team (2013). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

REIS, W.; JOBIM, C. C.; MACEDO, F. A. F.; MARTINS, E. N.; CECATO, U. Características da carcaça de cordeiros alimentados com dietas contendo grãos de milho conservados em diferentes formas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 1308-1315, 2001.

RUSSO, C.; PREZUISO, G.; VERITÁ, P. EU carcass classification system: carcass and meat quality in light lambs. **Meat Science**, Cowra, v.64, p.411-416, 2003.

SAINZ, R. D. Avaliação de carcaças e cortes comerciais de carne caprina e ovina. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E CORDEIROS DE CORTE, 2000, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: EMEPA/PB, 2000. p. 237-250.

SILVA SOBRINHO, A. G.; PURCHAS, R. W.; KADIM, I. T.; YAMAMOTO, S. M. Características de qualidade da carne de ovinos de diferentes genótipos e idades ao abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 1070-1078, 2005.

Silva Sobrinho, A.G. Aspectos quantitativos e qualitativos da produção de carne ovina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba : Sociedade Brasileira de Zootecnia, 425-460.

SINCLAIR, L.A. Nutritional manipulation of the fatty acid composition of sheep meat: a review. **Journal of Agricultural Science**, Toronto, v.145, n.5, p.419-434, 2007.

SIQUEIRA, E. R.; FERNANDES, S. Efeito do genótipo sobre as medidas objetivas e subjetivas da carcaça de cordeiros terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, p.:306-311, 2000.

VIEIRA, T. R. L.; CUNHA, M. G. G.; GARRUTTI, D. S.; DUARTE, T. F.; FÉLEX, S. S. S.; PEREIRA FILHO, J. M.; MADRUGA, M. S. Propriedades físicas e sensoriais da carne de cordeiros Santa Inês terminados em dietas com diferentes níveis de caroço de algodão integral (*Gossypium hirsutum*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 372-

377, 2010.

WATANABE, A.; DALY, C.C.; DEVINE, C.E. The effects of the ultimate pH of meat on tenderness changes during ageing. **Meat Science**, Cowra, v. 42, p. 67-78, 1996.

WHIPPLE, G.; KOOHMARAIE, M.; DIKEMAN, M. E.; CROUSE, J. D. Predicting beef-longissimus tenderness from various biochemical and histological muscle traits. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, n. 12, p. 4193-4199, 1990.

ZEOLA, N.M.B.; SILVA SOBRINHO, A.G.; GONZAGA NETO, S.; MARQUES, C. A. T. Composição centesimal da carne de cordeiros submetidos a dietas com diferentes teores de concentrado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.1, p.253-257, 2004.

ZUNDT, M.; MACEDO, F. A. F.; ASTOLPHI, J. L. L. Desempenho e características de carcaça de cordeiros Santa Inês confinados, filhos de ovelhas submetidas à suplementação alimentar durante a gestação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 928-935, 2006.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados encontrados neste trabalho, permite afirmar nas condições aqui impostas que o uso do óleo residual de frituras não deve ser utilizado em dietas para cordeiros, por causar redução no consumo, na eficiência de ruminação, no desempenho e nas características da carcaça dos animais.

No entanto, mais estudos utilizando essa fonte de alimento se faz necessário, para melhor compreender os efeitos deste resíduo sobre o metabolismo ruminal e as interações da alta concentração de fontes lipídicas saturadas com os microrganismos ruminais, bem como estabelecer novas proporções e possíveis teores que permitam o uso deste alimento com segurança sem causar danos à saúde dos animais e dos consumidores e que permitam melhor desempenho produtivo e econômico.

Das dificuldades encontradas com a utilização desse alimento pode-se destacar: impossibilidade de armazenamento por períodos prolongados devido a facilidade de rancificação, que causa odor desagradável e aumenta a refusa por parte dos animais. A dificuldade de homogeneização do óleo com os demais alimentos da ração é outro fator que pode levar a baixa aceitação do uso desse alimento em grande escala, por parte dos pecuaristas, pois, devido a este fato há uma maior demanda de tempo que os alimentos permanecem no misturador ocasionando um maior gasto de energia que por consequente onera o custo de produção dessa ração

ANEXOS

ANEXO A

NORMAS PARA PREPARAÇÃO DE TRABALHOS CIENTÍFICOS PARA PUBLICAÇÃO NA REVISTA: ANIMAL SCIENCE JOURNAL.

Author Guidelines

Style of the Manuscript

Spelling. The journal uses US spelling and authors should therefore follow the latest edition of *Merriam–Webster’s Collegiate Dictionary*.

Units. All measurements must be given in SI units.

Abbreviations. Abbreviations should be used sparingly - only where they ease the reader’s task by reducing repetition of long, technical terms. Initially use the word in full, followed by the abbreviation in parentheses. Thereafter use the abbreviation only.

Trade names. At the first mention of a chemical substance, give the generic name only. Trade names should not be used. Drugs should be referred to by their generic names, rather than brand names. If proprietary drugs have been used in the study, refer to these by their generic name, mentioning the proprietary name, and the name and location of the manufacturer, in parentheses.

Scientific names. Upon its first use in the title, abstract and text, the common name of a species should be followed by the scientific name (Genus, species and authority) in parentheses. However, for well-known species, the scientific name may be omitted from the article title. If no common name exists in English, the scientific name should be used only.

Sample of Style of the Manuscript in Japanese is available at http://www.jsas-org.jp/rules/rule_a.html

Parts of the Manuscript

Manuscripts should be presented in the following order: (i) title page, (ii) abstract and key words, (iii) text, (iv) acknowledgments, (v) references, (vi) appendices, (vii) figure legends, (viii) tables (each table complete with title and footnotes) and (ix) figures. Footnotes to the text are not allowed and any such material should be incorporated into the text as parenthetical matter.

Title page

The title page should contain (i) the title of the paper, (ii) the full names of the authors and (iii) the addresses of the institutions at which the work was carried out together with (iv) the full postal and email address, plus facsimile and telephone numbers, of the author to whom correspondence about the manuscript should be sent. The present address of any author, if different from that where the work was carried out, should be supplied in a footnote. The title should be short, informative and contain the major key words. Do not use abbreviations in the title. A short running title (less than 40 characters) should also be provided.

Abstract and Key words

All articles must have a structured abstract that states in 200 words or fewer the

purpose, basic procedures, main findings and principal conclusions of the study. Five or fewer key words (for the purposes of indexing) should be supplied below the abstract.

Text

Authors should use the following subheadings to divide the sections of their manuscript: Introduction, Materials, Methods, Results and Discussion.

Acknowledgments

The source of financial grants and other funding must be acknowledged, including a frank declaration of the authors' industrial links and affiliations. The contribution of colleagues or institutions should also be acknowledged. Personal thanks and thanks to anonymous reviewers are not appropriate.

References

The Harvard (author, date) system of referencing is used (examples are given below). In the text give the author's name followed by the year in parentheses: Smith (2000). If there are two authors use 'and': Smith and Jones (2001); but if cited within parentheses use '&': (Smith & Jones 2001). When reference is made to a work by three or more authors, the first name followed by *et al.* should be used: MacDonald *et al.* (2002). In the reference list, references should be listed in alphabetical order.

Reference to unpublished data and personal communications should not appear in the list but should be cited in the text only (e.g. Smith A, 2000, unpublished data). All citations mentioned in the text, tables or figures must be listed in the reference list.

Authors can cite the English text that has published from Book and/or peer-reviewed Journal. Author also can cite Non-English text when available to access and view a website, and abstract and figure is written in English in consultations with Editors.

Authors are responsible for the accuracy of the references.

We recommend the use of a tool such as EndNote or Reference Manager for reference management and formatting. These sites are searchable at:

EndNote reference styles:<http://www.endnote.com/support/enstyles.asp>

Reference Manager reference styles:<http://www.refman.com/support/rmstyles.asp>

Journals

Drori D, Loosli JK. 1959. Influence of fistulation on the digestibility of feeds by steers. *Journal of Animal Science* **18**, 206–210.

Online article not yet published in an issue

An online article that has not yet been published in an issue (therefore has no volume, issue or page numbers) can be cited by its Digital Object Identifier (DOI). The DOI will remain valid and allow an article to be tracked even after its allocation to an issue.

Abe H, Takeuchi H. 2012. Characterization of the intronic VNTR polymorphisms found in a paralog of chicken serotonin transporter gene. *Animal Science Journal*. 2012, doi: 10.1111/asj.12011

Books

Nalbandov AV. 1963. *Advances in Neuroendocrinology* 2nd edn. University of Illinois Press, Urbana, IL.

Chapter in a book

Folley SJ, Malpress FH. 1948. Hormonal control on mammary growth. In: Pincuss G, Thimamm KV (eds), *The Hormones* Vol. 1, pp. 695–743. Academic Press, New York.

Electronic material

National Center for Biotechnology Information (NCBI). 1999. Nucleotide–nucleotide BLAST (blastn) [homepage on the Internet]. National Center for Biotechnology Information, Bethesda, MD; [cited 13 December 2002]. Available from URL:<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/blast/>

Patent

Tomogane H. 2002. Improved method for meat quality. Japanese Patent No.3433212, granted 19 January 2002.

Tables

Tables should be self-contained and complement, but not duplicate, information contained in the text. Number tables consecutively in the text in Arabic numerals. Type tables on a separate page with the legend above. Legends should be concise but comprehensive – the table, legend and footnotes must be understandable without reference to the text. Vertical lines should not be used to separate columns. Column headings should be brief, with units of measurement in parentheses; all abbreviations must be defined in footnotes. Footnote symbols: †, ‡, §, ¶, should be used (in that order) and *, **, *** should be reserved for *P* values. Statistical measures such as SD or SEM should be identified in the headings.

Figures

Color figures are not charged for publication effective on 1 January, 2013.

All illustrations (line drawings and photographs) are classified as figures. Figures should be cited in consecutive order in the text. Figures should be sized to fit within the column (80.5 mm), intermediate (112 mm) or the full text width (168 mm).

Magnifications should be indicated using a scale bar on the illustration.

Line figures should be sharp, black and white graphs or diagrams, drawn professionally or with a computer graphics package. Lettering must be included and should be sized to be no larger than the journal text.

Figure legends

Type figure legends on a separate page. Legends should be concise but comprehensive – the figure and its legend must be understandable without reference to the text. Include definitions of any symbols used and define/explain all abbreviations and units of measurement.

ANEXO B

NORMAS PARA PREPARAÇÃO DE TRABALHOS CIENTÍFICOS PARA PUBLICAÇÃO NA REVISTA: ANIMAL PRODUCTION SCIENCE.

Preparing your manuscript

All authors should read at least one book on scientific writing. The titles of some suitable books are listed at the end of these notes. The work should be presented concisely and clearly in English. Introductory material, including a review of the literature, should not exceed that necessary to indicate the reason for the work and the essential background. However, a short statement explaining the broader relevance of the study can be helpful to readers. Sufficient experimental detail should be given to enable the work to be repeated, and the discussion should focus on the significance of the results. Poorly prepared or unnecessarily lengthy manuscripts have less prospect of being accepted. Authors should note the layout of headings, references, Tables and Figures in the latest issues of the Journal and follow the Journal style. Strict observance of these and the following requirements will shorten the interval between submission and publication.

Title

The title should be concise and informative and contain all keywords necessary to facilitate retrieval by modern searching techniques. Additional keywords not already contained in the title or abstract may be listed beneath the abstract. A short title of less than 50 letter spaces, to be used as a running head at the top of the printed page, should be supplied. The title, author(s), address(es) and short title should comprise a separate title page.

Summary text for the Table of Contents

This is a three-sentence paragraph of 50 to 80 words written for interested non-experts, such as journalists, teachers, government workers, etc. The text should be free from scientific jargon, and written at the level of an article in a science magazine. Your first sentence should engage the reader, convincing them that this is an important area. The second sentence should introduce the problem addressed in the paper, and state your main discovery. The final sentence should describe how the results fit into the bigger picture (i.e. implications or impact of the discovery).

Abstract

The abstract (preferably less than 250 words) should state concisely the scope of the work and the principal findings and should not just recapitulate the results. It should be complete enough for direct use by abstracting services. Acronyms and references should be avoided.

Please suggest 3-6 keywords, noting that all words in the title and abstract are already considered to be keywords. Keyword should list alternative spellings, e.g. defense for defence, aluminum for aluminium etc.

References

References are cited by the author and date (Harvard system); they are not numbered. All references in the text must be listed at the end of the paper, with the names of authors arranged alphabetically; all entries in this list must correspond to references in the text. In the text, the names of 2 co-authors are linked by 'and'; for 3 or more, the first author's name is followed by 'et al.'. Where more than one reference is cited in the text, they should be listed chronologically. No editorial responsibility can be taken for the accuracy of the references. The titles of papers and the first and last page numbers must be included for all references. Papers that have not been accepted for publication cannot be included in the list of references and must be cited in the text as 'unpublished data' or 'personal communication'; the use of such citations is discouraged. Authors should refer to the latest issues of the Journal for the style used in citing references in books and other literature. Full titles of periodicals must be given.

Examples of common references can be found in the 'Style guide for references'.

Use of referencing software. To obtain the style file for this journal, please go to the following websites.

If using 'Reference Manager', visit <http://www.refman.com/support/rmoutputstyles.asp>.

If using 'ProCite', visit <http://www.procite.com/support/pcoutputstyles.asp>.

If using 'EndNote*' software, visit <http://www.endnote.com/support/enstyles.asp>.

*You will find the style file under the 'Agriculture' category, listed as Animal Production Science.

Units

The SI system of units should be used for exact measurements of physical quantities and, where appropriate, elsewhere. The double solidus must not be used in complex groupings of units (i.e. use mg/sheep.day, not mg/sheep/day or mg sheep⁻¹ day⁻¹). This Journal uses the abbreviation 'L' for litre; 'mL' for millilitre. When using non-standard abbreviations, define the abbreviation where it first occurs in the text.

Spell out numbers lower than 10 unless accompanied by a unit, e.g. 2 mm, 15 mm, two plants, 15 plants, but 2 out of 15 plants. Do not leave a space between a numeral and %, ‰ or °C.

Mathematical formulae

Formulae should be carefully typed with symbols correctly aligned and adequately spaced. If special symbols must be hand-written, they should be inserted with care and identified by pencilled notes in the margin. Judicious use should be made of the solidus to avoid 2 mathematical expressions wherever possible and especially in the running text. Each long formula should be displayed on a separate line with at least 1 line of space above and below.

Tables

Tables must be numbered with Arabic numerals and each must be accompanied by a title. A headnote containing material relevant to the whole Table should start on a new line.

Tables should be arranged with regard to the dimensions of the Journal columns (8 by 21 cm), and the number of columns in the Table should be kept to a minimum. Excessive subdivision of column headings is undesirable and long headings should be avoided by the use of explanatory notes which should be incorporated into the headnote. The first letter, only, of headings should be capitalised.

The symbol of unit of measurement should be placed in parentheses beneath the column heading. The prefixes for units should be chosen to avoid an excessive number of digits in the body of the Table or scaling factors in the headings. When scaling factors cannot be avoided, the quantity expressed should be preceded by the power of 10 by which the value has been multiplied. For example, the value 0.05 would appear as 5 under the heading 10² x N and the value 500 would appear as 5 under the heading 10⁻² x N. Footnotes should be kept to a minimum and be reserved for specific items in the columns.

Horizontal rules should be inserted only above and below column headings and at the foot of the Table. Vertical rules should not be used. Each Table must be referred to in the text, and the preferred position of the Table in the text should be indicated by a note in the margin.

Short tables can frequently be incorporated into the text as a sentence or as a brief untitled tabulation. Only in exceptional circumstances will the presentation of essentially the same data in both a Table and a Figure be permitted: where adequate, the Figure should be used.

Figures and computer graphics

Lettering should be in sans-serif type (**Helvetica or Arial type 1 font**) with the first letter of the first word and proper names capitalised. The x-height after reduction should be 1.2-1.3 mm. Thus for the preferred reductions of graphs to 30, 40 or 50% of linear dimensions, the initial x-height of lettering should be 4, 3 or 2.5 mm respectively. Symbols and grid marks should be the same respective sizes, and curves and axes should then be either 0.8, 0.7 or 0.6 mm thick respectively. Proportionally smaller sizes of type, symbols, grid marks and curve thicknesses should be used for lesser reductions. The following symbols are readily available and should be used: ■ □ ◆ ◇ ● ○ ▲ △ ▼ ▽ ★ ☆ . The symbols + or x should be avoided. Explanations of symbols should be given in the caption to the figure, and lettering of graphs should be kept to a minimum. If information is given in a caption instead of a legend describe the lines and symbols in words (e.g. solid lines, dashed lines, dot-and-dash lines, open circles, solid circles, striped bars, cross-hatched bars and so forth).

Photographs

Photographs must be of the highest quality, with a full range of tones and of good contrast. Before being mounted, photographs must be trimmed squarely to exclude features not relevant to the paper and be separated from neighbouring photographs by uniform spaces that will be 2 mm wide after reduction. Lettering should be in a transfer lettering sans-serif type (**Helvetica font**) and contrast with its background; thus, white lettering should be used on dark backgrounds. The size of lettering should be such that the x-height after reduction is 1.5-12 mm. A scale bar must be inserted on each photomicrograph and electron micrograph. Important features to which attention has been drawn in the text should be indicated (i.e. by coded upper case letters and/or arrows). Colour photographs will be accepted if they are essential, but the cost of production must be borne by the author.

Statistical evaluation of results

Manuscripts must contain a clear and concise description of the experimental design used; with sufficient detail such that, in the case where analysis of variance or regression models are to be used in the statistical evaluation, the reader is quite clear as to how the error term was estimated. The statistical tests should be briefly described and, if necessary, supported by references. Numbers of individuals, mean values and measures of variability should be stated. It should be made clear whether the standard deviation or the standard error has been given.

Nomenclature

The nomenclature of compounds such as amino acids, carbohydrates, lipids, steroids and vitamins should follow the recommendations of the IUPAC-IUB Commission on Biochemical Nomenclature. Other biologically active compounds, such as metabolic inhibitors, plant growth regulators and buffers should be referred to once by their correct chemical name (which is in accordance with IUPAC Rules of Chemical Nomenclature) and then by their most widely accepted common name. For pesticides, the latest issue of 'Pesticides - Synonyms and Chemical Names' (Australian Government Publishing Service: Canberra) should be followed. Where there is no common name, trade names or letter abbreviations of the chemical may be used. The first letter of a trade name must be capitalised.