UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

MELAÇO DE SOJA EM SUBTITUIÇÃO AO MILHO PARA CORDEIROS CONFINADOS

Maria Carolina Gonçalves de Arruda

Zootecnista

2020

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL

MELAÇO DE SOJA EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO PARA CORDEIROS CONFINADOS

Discente: Maria Carolina Gonçalves de Arruda
Orientadora: Profa. Dra. Jane Maria Bertocco Ezequiel
Coorientador: Prof. Dr. Marco Túlio Costa Almeida
Coorientador: Dr. Robson Sfaciotti Barducci

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia

2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus pelas pessoas colocadas em meu caminho e por me permitir a capacidade de ir atrás do que quero.

À minha família, e em especial aos meus pais, Claudio e Elaine, pelo amor, apoio e incentivo em todas as etapas da minha vida, sem medir esforços, para que hoje pudesse chegar até aqui. Minha maior fonte de apoio e incentivo.

À minha orientadora, Jane, e coorientadores, Marco Túlio e Robson, por dar a chance de realização deste trabalho, acreditar no meu potencial, e pelo apoio, conselhos e dúvidas tiradas ao longo do caminho.

Ao João Pedro, pelo apoio em todas as etapas do curso, por sempre estar presente e ser um dos meus grandes apoios, tornando a caminhada mais leve.

Aos colegas de trabalho pelas conversas e risadas, auxiliando no trabalho diário e coleta dos dados, tornando o trabalho menos cansativo.

Às amizades realizadas, pelo apoio em momentos de necessidade e risadas nos momentos de descontração.

Aos professores da Unesp pelos ensinamentos e paciência.

Aos professores da Uel, em especial os professores Leandro e João Wayne, pelo grande incentivo e apoio para que estivesse aqui hoje e pelos momentos de conversa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

À FAPESP pela concessão do auxílio.

À Unesp campus Jaboticabal e departamento de zootecnia, pela estrutura oferecida e oportunidade.

À todas as pessoas, que direta ou indiretamente contribuíram de qualquer forma para meu crescimento e realização deste trabalho.

A779m

Arruda, Maria Carolina Gonçalves de
Melaço de soja em substituição ao milho para cordeiros confinados / Maria Carolina Gonçalves de Arruda. -- Jaboticabal, 2020
65 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientadora: Jane Maria Bertocco Ezequiel

1. Nutrição animal. 2. Ovinos. 3. Subprodutos. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: MELAÇO DE SOJA EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO PARA CORDEIROS CONFINADOS

AUTORA: MARIA CAROLINA GONÇALVES DE ARRUDA
ORIENTADORA: JANE MARIA BERTOCCO EZEQUIEL
COORIENTADOR: MARCO TÚLIO COSTA ALMEIDA
COORIENTADOR: ROBSON SFACIOTTI BARDUCCI

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

Profa. Dra. JANE MARIA BERTOCCO EZEQUIEL
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Dra. LAURA FRANCO PRADOS
APTA / Colina/SP

Dra MÁRCIA HELENA MACHADO DA ROCHA FERNANDES
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 17 de fevereiro de 2020

Scanned with CamScanner

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

MARIA CAROLINA GONÇALVES DE ARRUDA, nascida em 16 de maio de 1994 na cidade de Assaí-PR. Graduada em zootecnia pela Universidade Estadual de Londrina (UEL) em 2017 sob orientação do Prof. Leandro das Dores Ferreira da Silva, realizou o estágio curricular na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” campus de Jaboticabal, onde deu início ao curso de mestrado pelo Programa de Pós-graduação em Zootecnia em março de 2018, na área de nutrição de ruminantes e foi bolsista CAPES durante esse período sob orientação da Profª Jane Maria Bertocco Ezequiel.

SUMÁRIO

Página

CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS iii
RESUMO iv
ABSTRACT vi
CAPÍTULO 1 – Considerações gerais vi
1. Introdução 7
2. Revisão de literatura 8
2.1 Produção de ovinos no Brasil e mundo 8
2.2 Confinamento de ovinos 9
2.3 Melaço de soja 11
3. Referências bibliográficas 13
CAPÍTULO 2 - Melaço de soja em substituição ao milho para cordeiros confinados: desempenho, comportamento ingestivo e saúde ruminal 18
Resumo 18
Abstract 19
1. Introdução 20
2. Material e Métodos 21
2.1 Animais, delineamento experimental e tratamentos 21
2.2 Manejo alimentar e dietas experimentais 22
2.3 Desempenho 24
2.4 Comportamento ingestivo 25
2.5 Índice de Ruminite 26
2.6 Abscessos Hepáticos 26
2.7 Morfologia do epitélio ruminal 26
2.8 Análises estatísticas 27
3. Resultados 27
4. Discussão 31
5. Conclusão 34
6. Referências bibliográficas 35
CAPÍTULO 3 - Melaço de soja em substituição ao milho para cordeiros confinados: qualidade da carcaça e da carne 40
Resumo 40
Abstract 41
1. Introdução 42
2. Material e métodos 43

2.1 Animais, delineamento experimental e tratamentos 43
2.2 Manejo alimentar e dietas experimentais 44
2.3 Característica de carcaça 47
2.4 Parâmetros de qualidade da carne 48
2.5 Análise estatística 50
3 Resultados 50
4 Discussão 54
5 Conclusão 56
6 Referências bibliográficas 56

CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Jaboticabal

CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado **"Efeitos da inclusão crescente de melaço de soja em dietas para cordeiros confinados"**, protocolo nº 010824/18, sob a responsabilidade da Profª Drª Jane Maria Bertocco Ezequiel, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 06 de agosto de 2018.

Vigência do Projeto	20/08/2018 a 20/03/2020
Espécie / Linhagem	*Ovis aries*
Nº de animais	40
Peso / Idade	20 kg / 3 meses
Sexo	Machos
Origem	Unidade Animal de Estudos Digestivos e Metabólicos

Jaboticabal, 06 de agosto de 2018.

Fabiana Pilarski

Profª Drª Fabiana Pilarski
Coordenadora – CEUA

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias
Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n CEP 14884-900 - Jaboticabal/ SP - Brasil
tel 16 3209 7100 www.fcav.unesp.br

MELAÇO DE SOJA EM SUBTITUIÇÃO AO MILHO PARA CORDEIROS CONFINADOS

RESUMO – O melaço de soja é um subproduto da fabricação do concentrado proteico de soja. Por possuir alto valor energético e grande teor de carboidratos solúveis, possui alto potencial de uso na nutrição de animais ruminantes, principalmente em substituição a outros alimentos energéticos, como o grão de milho. A utilização desse subproduto garante melhor destino ao que seria resíduo industrial e possibilita a diminuição do custo total da ração. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a inclusão crescente de melaço de soja (até 30% na matéria seca da dieta) sobre o desempenho em confinamento, comportamento ingestivo, saúde ruminal e qualidade da carne e carcaça de cordeiros cruzados ½ Santa Inês × ½ Dorper terminados em confinamento. Foram utilizados 40 cordeiros machos, não castrados, de peso médio inicial de 20,7 ± 2,4 kg, e idade aproximada de 120 dias. Os animais foram distribuídos em quatro tratamentos (0, 10, 20 e 30% de MSO na MS em substituição ao milho), divididos em cinco blocos casualizados (DBC) de acordo com o peso inicial, sendo adaptados por 16 dias, com dietas contendo concentrações crescentes de concentrado e melaço de soja (duas dietas, oito dias cada). O comportamento ingestivo foi realizado no início, meio e final do período de terminação com as dietas finais, e quando atingiram 42 dias, foram então abatidos, totalizando 58 dias de confinamento. No abatedouro foram coletados dados quantitativos de carcaça e amostras de carne e rúmen para posterior análise de qualidade da carne e saúde ruminal. Os dados foram avaliados pelo programa estatístico SAS, utilizando contrastes ortogonais, em que os valores de desempenho, carcaça e carne foram avaliados como DBC, e os dados de comportamento ingestivo como DBC com medida repetida no tempo. A inclusão do MSO proporcionou maiores consumos de matéria mineral ($p<0,01$) e menores consumos de extrato etéreo ($p<0,01$) para o controle comparado ao MSO. O consumo de MS em % do peso corporal foi maior para os tratamentos com MSO ($p=0,026$) comparado ao tratamento controle. Não foram observadas diferenças no ganho médio de peso diário. Para comportamento ingestivo, o MSO promoveu efeito linear decrescente para ruminação deitado ($p=0,041$) e linear crescente para a eficiência de alimentação ($p=0,043$). Para tempo em interação com bebedouro ($p=0,026$) e tempo de mastigação por bolo ruminal ($p=0,015$) foram observados menores valores para os tratamentos com MSO comparados ao controle. Os ácidos graxos C14:0, C17:0, C17:1, C18:2ω6c, C20:2 e C20:3ω6 apresentaram valores menores ($p=0,05$, 0,028, 0,031, 0,007, 0,004 e 0,030, respectivamente) com a inclusão do MSO, enquanto os ácidos graxos C22:0 e C22:6ω3 aumentaram ($p=0,022$ e 0,002, respectivamente). Os valores de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) ω6 ($p=0,046$) e relação ω6/ω3 ($p=0,016$) foram menores para os tratamentos com MSO, enquanto os valores de AGPI apresentaram efeito linear decrescente ($p=0,019$). Não foram observadas diferenças significativas para os dados de carcaça e composição da carne. A utilização de até 30% de MSO na MS da dieta total de cordeiros confinados, em substituição ao milho, foi semelhante no desempenho, saúde ruminal e parâmetros de carcaça, e ainda tornou a carne mais saudável, melhorando a relação ω6/ω3.

Palavras-chave: comportamento ingestivo, qualidade da carne, ovinos, saúde ruminal, subproduto.

SOYBEAN MOLASSES IN SUBSTITUTION OF CORN FOR FEEDLOT LAMBS

ABSTRACT – Soybean molasses (SBM) is a byproduct of the manufacture of soy protein concentrate. For its high energy value and high content of soluble carbohydrates, it has a high potential for use in the nutrition of ruminant animals, especially in substitution to other energy foods such as corn grain. The use of this byproduct ensures a better destination for what would be industrial waste and makes it possible to reduce the total cost of the feed. Therefore, the objective of this study was to evaluate the increasing inclusion of SBM (up to 30% in dry matter) on feedlot performance, ingestive behavior, ruminal health, meat quality and carcass characteristics of crossbreed lambs ½ Santa Inês × ½ Dorper in feedlot. 40 non-castrated male lambs with average initial body weight of 20.7±0.4 kg and approximate age of 120 days were used. The animals were distributed in four treatments (0, 10, 20 or 30% of SBM in dry matter), divided into five randomized blocks according to the initial body weight, and them adapted for 16 days, with diets of increasing concentrate and SMB concentrations (two diets, eight days each). Ingestive behavior was performed at the beginning, middle and final of the finishing period with final diets, and when they complete 42 days on finishing diets, they were slaughtered, totaling 58 days of feedlot. Quantitative carcass data, meat and rumen samples were collected at the slaughterhouse for further analysis of meat quality and ruminal health. Data were evaluated using SAS statistical program (version 9.4) by orthogonal contrasts, where the performance, carcass and meat values were evaluated as randomized blocks and ingestive behavior data as randomized blocks with repeated measure over time. The inclusion of SBM provided higher consumption of mineral matter ($p<0.01$) and lower consumption of ether extract ($p<0.01$) for control compared to the SBM treatments. The consumption of DM in % of body weight was higher for treatments with SBM ($p=0.026$) compared to control. No differences were observed in the average daily weight gain. For ingestive behavior, the SBM promoted decreasing linear effect for lying rumination ($p=0.041$) and increasing linear effect for feeding efficiency ($p=0.043$). For time in interaction with the water trough ($p=0.026$) and chew time per cud ($p=0.015$), lower values were observed for treatments with SBM compared to control. Fatty acids C14:0, C17:0, C17:1, C18:2ω6c, C20:2 and C20:3ω6 showed lowers values ($p=0.05$, 0.028, 0,031, 0,007, 0.004 and 0.030, respectively) with inclusion of SBM, while fatty acids C22:0 and C22:6ω3 increased ($p=0.022$ and 0.002, respectively). Polyunsaturated fatty acid (PUFA) ω6 and ω6/ω3 ratio were lower for SBM treatments ($p=0.046$ and 0.016, respectively) and total PUFA values showed decreasing linear effect ($p=0.019$). No significant differences were observed for the carcass and meat composition data. The use of up to 30% of SMB in DM in replacing corn of total diet for feedlot lambs was similar in performance, ruminal health and carcass parameters, and made the meat healthier, improving the ω6/ω3 ratio.

Keywords: byproduct, feeding behavior, meat quality, ovine, rumen health.

CAPÍTULO 1 – Considerações gerais

1. Introdução

A ovinocultura é uma atividade cosmopolita, que pode ser realizada por pequPenos a grandes produtores rurais, utilizando desde tecnologias avançadas, a práticas comuns de manejo com baixa tecnificação. No ano de 2018, o Brasil contou com um efetivo de 18,9 milhões de cabeças de ovinos, sendo a maior parte do rebanho situada na região Nordeste do país, seguida pela região Sul, Centro-oeste, Norte e Sudeste (IBGE, 2019). Em comparação ao ano anterior, houve aumento de mais de 300 mil cabeças, que representou crescimento de 1,8% do rebanho (IBGE, 2019).

O fato de serem animais ruminantes, proporciona aos ovinos alta flexibilidade de produção, pois estes têm a capacidade de transformar alimentos de baixa qualidade, como algumas plantas forrageiras, em produtos comerciais (carne, leite e lã) com auxílio dos microrganismos ruminais (Bonatto et al., 2014). Apesar dessa capacidade, o fornecimento de alimentos concentrados para intensificação da produção tem se tornado cada vez mais comum, principalmente por melhorar a eficiência alimentar com possíveis aumentos na rentabilidade da atividade, além de proporcionar produtos de melhor qualidade para o mercado.

Neste sentido, o melaço de soja aparece como uma alternativa para auxiliar na intensificação da produção. Estudos tem mostrado que a inclusão de até 30% de melaço de soja (MSO) na matéria seca (MS) em dietas para ruminantes (bovinos e ovinos) não prejudica os índices produtivos (Paula, 2015; Pereira Junior et al., 2018; Van Cleef et al., 2018). Contudo, estudos sobre a fermentação e qualidade de carne associados ao desempenho de ganho de peso ainda precisam ser realizados.

2. Revisão de literatura

2.1 Produção de ovinos no Brasil e mundo

A produção mundial de carne ovina no ano de 2019 foi estimada em 15,3 milhões de toneladas equivalentes em peso de carcaça, representando aumento de 0,4% em relação a 2018 (FAO, 2019). A maior produção pertenceu a China, que foi responsável por mais de 50% dos animais abatidos no continente asiático. Em segundo lugar se encontrou o continente africano, seguido pela Europa, Oceania, América do Sul, América Central e América do Norte. Na América do Sul, o Brasil foi responsável por aproximadamente 39% da produção em 2019 (FAO, 2019).

O comércio mundial de carne ovina diminuiu cerca de 1,9% em 2019 por conta dos problemas climáticos enfrentados pela Austrália e Nova Zelândia, que juntos fornecem mais de 80% da carne ovina comercializada internacionalmente, e destinam boa quantidade para a China (FAO, 2019).

No Brasil, o sistema de produção predominante é o extensivo, constituído em sua maioria por pequenos produtores (Quadros e Cruz, 2017). Ainda há diversos fatores limitantes como a escassez de assistência técnica, pastagens inadequadas ou de baixa qualidade, inexperiência de proprietários e técnicos e dificuldade na aquisição de matrizes que geram resultados negativos na nutrição, sanidade, manejo e potencial genético dos rebanhos, levando a baixos índices zootécnicos (Quadros e Cruz, 2017).

A região Nordeste do Brasil é a maior produtora de ovinos no país, e detém aproximadamente 64,2% de todo o rebanho nacional, seguida pela região Sul (23,7%), Centro-oeste (5%), Norte (3,6%) e por fim o Sudeste (3,5%; IBGE, 2017).

Em 2018, o Brasil produziu 117 mil toneladas de carcaça ovina e consumiu 125 mil toneladas, um déficit de 8 mil toneladas, as quais foram importadas de países vizinhos (FAO, 2019). No ano de 2019, o consumo per capita de carne ovina no Brasil foi estimado em 0,6 kg, enquanto a média mundial foi de 1,8 kg (OECD Data, 2019). Os dados mostram que a variação na disponibilidade de carne ovina para o mercado internacional, dada pelas condições climáticas desfavoráveis nos maiores países

exportadores, pode abrir espaço para novos exportadores. O Brasil ainda não é autossuficiente quanto a produção de carne ovina, porém mostra potencial para se tornar grande produtor e exportador, assim como é para a carne bovina. Contudo, práticas como estratégias alimentares para aumentar a produção por área, como o confinamento, se tornam interessantes para atingir tal meta de produção.

2.2 Confinamento de ovinos

O confinamento pode trazer diversos benefícios se comparado ao sistema de terminação em pasto, como a disponibilidade de pastagens para outras categorias, aumento da taxa de lotação da propriedade, menor idade ao abate, redução de problemas com verminose, maior giro e retorno mais rápido do capital, melhora do ganho de peso diário, melhor acabamento e qualidade da carcaça, melhor perfil de ácidos graxos e características organolépticas da carne (Fernandes et al., 2010; Frescura et al., 2005; Medeiros et al., 2009; Poli et al., 2008; Turino et al., 2007). Em suma, o confinamento traz vantagens econômicas e de qualidade para o produto, contudo, deve ser realizado de forma adequada e sustentável, de acordo com a realidade de cada produtor.

Em estudo realizado por Macedo et al. (2000), ao avaliarem o custo de produção de cordeiros terminados em pasto e em confinamento, onde os animais confinados receberam ração com mesma composição de PB e nutrientes digestíveis totais que o pasto em que estava o outro grupo, os autores observaram maior custo de produção para os animais confinados, sendo de R$ 2,31 por kg de carcaça produzida, enquanto para os animais em pasto foi de R$ 2,26, contudo, os animais confinados atingiram mais cedo o peso de abate, necessitaram de menor número de doses de vermífugo, apresentaram menor índice de mortalidade e mostraram maior retorno econômico.

Entretanto, o maior custo para a produção em confinamento advém da alimentação (Barros et al., 2009). Por necessitarem da oferta de alimentos de qualidade e em quantidades adequadas todos os dias, para que se faça valer a escolha deste sistema intensivo de produção, a oferta de alimentos concentrados

como os grãos de milho e soja em altas quantidades têm se tornado cada vez mais recorrente.

Alguns estudos mostraram vantagens quanto a maior utilização de concentrado para cordeiros. Silva et al. (2016) observaram que dietas com relação volumoso:concentrado de 30:70 promoveram melhor ganho de peso e eficiência alimentar em cordeiros quando comparado a relação 70:30. Nascimento et al. (2020), ao avaliar as relações volumoso:concentrado de 40:60 e 60:40 para cordeiros obtiveram melhores ganhos de peso, melhor rendimento de carcaça, maiores área de olho de lombo e espessura de gordura da carcaça quando os animais foram alimentados com a maior proporção de concentrado (40:60).

Barros et al. (2005), ao avaliar o fornecimento de concentrado para cordeiros nas proporções de 1,5, 2,5 e 3,5% do peso vivo junto com o fornecimento de capim elefante picado *ad libitum*, observaram que a inclusão de concentrado representa aumento significativo nos custos de produção, porém, a resposta dos animais aos maiores níveis de concentrado compensou esse aumento de custos, sendo o fornecimento de 3,5% o que trouxe melhor retorno econômico.

Uma alternativa encontrada para reduzir os custos com a alimentação em sistemas intensivos de produção é a substituição de alguns alimentos por subprodutos agroindustriais, os quais podem substituir esses alimentos sem causar prejuízos aos animais e proporcionar produtos de qualidade próxima ou até mesmo equivalente, além de evitar o descarte no meio ambiente. Porém, para que isso aconteça, é necessário o estudo e conhecimento do subproduto ofertado e seus efeitos sobre o desempenho dos animais e seus produtos.

Outro fator importante a ser observado em dietas de confinamento são os problemas metabólicos decorrentes da inclusão de carboidratos altamente fermentáveis (i.e., amido), que podem originar ruminites, e consequentemente abscessos hepáticos, sendo o último de grande impacto econômico na indústria da carne, pois dependendo da severidade e incidência pode causar condenação dos fígados, gerando grandes perdas (Amachawadi e Nagaraja, 2016; Huebner et al., 2019).

2.3 Melaço de soja

O MSO é um subproduto agroindustrial obtido através da extração de carboidratos presentes no farelo de soja desengordurado, que são dissolvidos em água e álcool, formando uma mistura com uma parte sólida rica em proteínas destinadas ao concentrado proteico e uma líquida que possui alta concentração de açúcar. O álcool e a água são recuperados pelos processos de evaporação e destilação e desta forma dão origem ao MSO (Chajuss, 2004; Silva et. al., 2012).

No Brasil, o rendimento do melaço de soja é de aproximadamente 190 kg por tonelada de soja (Karp et al., 2016), sendo de produção variável ao longo do ano, ou seja, possui produção sazonal, não estando disponível durante todo o ano.

Por ser um subproduto, o MSO tende a apresentar composição variável, sendo de 6 a 10% de proteínas, 6 a 10% de minerais, 0,1 g/L de fibras e 40 a 60% de carboidratos, sendo estes compostos aproximadamente por 8 g/L de glicose, 8 g/L de frutose, 23 g/L de rafinose, 77 g/L de sacarose e 84 g/L de estaquiose e possui aspecto de xarope castanho, com sabor agridoce (Chajuss, 2004; Fernandes e Miguel, 2012; Kinney, 2003; Qureshi et al., 2011).

A estaquiose e a rafinose são oligossacarídeos presentes na soja em concentrações que variam de 3,2 a 4,6% e de 0,6 a 1,1% na MS, respectivamente (Trugo et al., 1995). Esses oligossacarídeos possuem moléculas de galactose e glicose ligadas por ligações do tipo α-1,6, que são quebradas através de enzimas α-galactosidades, que não são produzidas por monogástricos (Brasil et al., 2010; Shang et al., 2018). Nos monogástricos, esses oligossacarídeos podem causar desconforto abdominal, flatulências, diarreia, e atrapalhar a digestão de nutrientes no intestino grosso, agindo como fatores anti-nutricionais (Brasil et al., 2006).

Após o processamento da soja para fabricação do concentrado proteico, a concentração de outros nutrientes como matéria mineral e carboidratos solúveis é aumentada, e em consequência disso, o melaço passa a ser ainda mais limitado na alimentação de monogástricos do que a própria soja, devido a maior concentração dos carboidratos complexos. Em ruminantes, o melaço parece não ter o mesmo efeito, provavelmente devido a sua microbiota ruminal. Recentes estudos têm mostrado

resultados promissores para a utilização do melaço de soja em dietas para ovinos e bovinos (Drouillard et al., 1999; van Cleef et al., 2018; Pereira Junior et al., 2018).

A introdução crescente de MSO em 0, 3, 6, 9 e 12% na dieta de ovinos sem raça definida, (40 meses) à base de silagem de milho, indicaram diferença no consumo de proteína bruta (PB) e matéria mineral (MM), tendo a inclusão de 12% os maiores valores. Contudo, não foram observadas diferenças entre os tratamentos para consumo de MS e digestibilidade (Paula, 2015). Um estudo realizado nos Estados Unidos da América, com novilhos mestiços (Angus × Hereford), avaliando a inclusão de 0, 2 e 4% de MSO em dieta contendo milho floculado, mostrou melhoria no ganho de peso e eficiência de carcaça quando comparado a dieta que utilizava farelo de soja (Drouillard et al., 1999).

van Cleef et al. (2018), avaliando a inclusão de 10 e 20% de MSO na dieta total de cordeiros com 70% de concentrado, observaram aumento linear do consumo de matéria seca (CMS), sem prejuízos no ganho de peso diário e características de carcaça. Em estudo recente, Pereira Junior et al. (2018), avaliando as inclusões de 15 e 30% de MSO sobre a qualidade da carne de cordeiros, não observaram alterações sobre a capacidade de retenção de água e perda por cozimento, sendo a inclusão de 15% a que promoveu aumento na maciez da carne dos cordeiros.

Contudo, apesar dos resultados citados acima, ainda são escassos os estudos com a utilização do melaço de soja na alimentação de ovinos, se fazendo necessário mais estudos sobre o assunto, a fim de confirmar os efeitos benéficos que esse subproduto tem sobre a produção de ovinos.

A nossa hipótese é de que a inclusão do melaço de soja em até 30% na MS para cordeiros em terminação promoveria maior consumo de MS por acreditarmos ser um alimento de maior preferência dos animais, logo promoveria maior ganho de peso e ainda aumentaria o peso de carcaça.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a inclusão crescente de melaço de soja (0, 10, 20 e 30% na MS da dieta) em substituição ao milho sobre o desempenho, comportamento ingestivo, saúde ruminal e qualidade da carne e carcaça de cordeiros ½ Santa Inês × ½ Dorper terminados em confinamento.

3. Referências bibliográficas

Amachawadi RG, Nagaraja TG (2016) Liver abscesses in cattle: A review on incidence in Holteins and of bacteriology and vaccine approaches to control in feedlot cattle. **Journal of animal Scicence**, 94:1620-1632.

Barros CS, Monteiro ALG, Poli CHEC, Dittrich JR, Canziani JRF, Fernandes, AMM (2009) Rentabilidade da produção de ovinos de corte em pastagem e em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 38:2270-2279.

Barros NN, Vasconcelos VR, Wander AE, Araújo MRA (2005) Eficiência bioeconômica de cordeiros F1 Dorper × Santa Inês para produção de carne. **Pesquisa agropecuária brasileira**, 40:825-831.

Bonatto Z, Farina R, Tochetto JP, Oliveira F, Camillo MF (2014) Cinética ruminal: relação com co-produtos e tratamentos físicos e/ou químicos das matérias primas. **Revista de Agronomia e Medicina Veterinária IDEAU** 1.

Brasil AP, Rezende ST, Pelúzio MCG, Guimarães VM. (2010) Removal of oligosaccharides in soybean flour and nutrional effects in rats. **Food Chemistry**, 118:251-255.

Chajuss D. (2004) Soy molasses: processing and utilization as a functional food. In.: Liu K (Eds.) **Soybeans as a functional foods and ingredients**. Missouri: AOACS, p.132-144.

Drouillard JS, Schoenholz CK, Hunter RD, Nutsch TA (1999) Soy molasses as a feed ingredient for finishing cattle. In.: Cattlemen's Day, **Proceedings…** Manhattan: Kansas State University, p.89-92.

FAO (2019). **Food outlook: Biannual report on global food markets**. Disponível em: <http://www.fao.org/3/CA4526EN/CA4526EN.pdf> Acesso em: 15 Ago. 2019.

Fernandes AMF, Monteiro ALG, Poli CHEC, Barros CS, Almeida R, Ribeiro TMD (2010) Composição tecidual da carcaça e perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros terminados a pasto ou confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia** 39:1600-1609.

Fernandes GR, Miguel DP (2012) **Detecção dos açúcares da soja**. Uberaba: Caderno de Pós-Graduação da FAZU, 15 p.

Frescura RBM, Pires CC, Rocha MG, Silva JHS, Muller L (2005) Sistemas de alimentação na produção de cordeiros para abate aos 28 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia** 34:1267-1277.

Huebner KL, Martin JN, Weissend CJ, Holzer KL, Parker JK, Lakin SM, Doster E, Weinroth M, Abdo Z, Woener DR, Metcalf JL, Geornaras I, Bryant TC, Moerley OS, Belk KE (2019) Effects of Saccharomyces cerevisiae fermentation production on liver abscesses, fecal microbiome, and resistenome in feedlot cattle raised without antibiotics. **Scientific Reports**, 9:2559.

IBGE (2019) **Pesquisa Pecuária Municipal (PPM) – Efetivos de rebanhos (Cabeças)**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939#resultado> Acesso em: 28 Out. 2019.

Kinney AJ (2003) Engineering soybeans for food and health. **The Journal of Agrobiotechnology Management and Economics** 6:18-22.

Macedo FAF, Siqueira ER, Martins EM (2000) Análise econômica da produção de carne de cordeiros sob dois sistemas de terminação: pastagem e confinamento. **Ciência Rural**, 30:677-680.

Medeiros GR, Carvalho FFR, Batista AMV, Dutra Júnior WM, Santos GRA, Andrade DKB (2009) Efeitos dos níveis de concentrado sobre as características de carcaça de ovinos Morada Nova confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia** 38:718-727.

Nascimento CO, Santos SA, Pina DS, Tosto MSL, Pinto LFB, Eiras DN, Assis DYC, Perazzo AF, Araújo MLGML, Azevêdo JAG, Mourão GB (2020) Effect of roughage-to-concentrate rations combined with diferente preserved tropical forages on the productive performance of feedlot lambs. **Small Ruminant Research** 182:15-21.

OECD Data. Meat consumption (2019). Disponível em: <https://data.oecd.org/agroutput/meat-consumption.htm> Acesso em: 23 Dez. 2019.

Paula CG (2015) **Suplementação com melaço de soja na dieta de ovinos: parâmetros sanguíneos, consume, digestibilidade e comportamento ingestivo**. 62 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

Pereira Junior SAG, Costa RV, Castro Filho ES, Almeida MTC, Rodrigues JL, Feliciano AL, Barducci RS, Van Cleef EC, Ezequiel JMB (2018) Soybean molasses improves texture of meat from feedlot lambs. In.: ASAS-CSAS Annual Meeting & Trade Show. **Proceedings...** Vancouver.

Poli CHEC, Monteiro ALG, Barros CS, Moraes A, Fernandes MAM, Piazzetta HVL (2008) Produção de ovinos de corte em quatro sistemas de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia** 37:666-673.

Quadros DG, Cruz JF (2017) Produção de ovinos e caprinos de corte (Eds.). Salvador: EDUNEB, 297 p.

Qureshi N, Lolas A, Blaschek HP (2011) Soy molasses as fermentation substrate for production of butanol using Clostridium beijerinckii BA 101. **Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology** 26:290-295.

Shang QH, Ma XK, Zhang LH, Hu JX, Piao SS (2018) Effects os α-galactosidase supplementation on nutrient digestibility, growth performance, intertinal morphology and digestive anzyme activities in weaned piglets. **Animal Feed Science and Technology**, 236:48-56.

Silva CM, Araújo GGL, Oliveira BYS, Azevêdo JAG, Furtado DA (2016) Performance and economic viability of feedlot sheep fed different levels of roughage, concentrate and water. **Sêmina: Ciências Agrárias**, 37:1595-1606.

Silva FB, Romão BB, Cardoso VL, Coutinho Filho U, Ribeiro EL (2012) Production of ethanol from enzymatically hydrolyzed soybean molasses. **Biochemical Engineering Journal** 69:61-69.

Trugo LC, Farah A, Cabral L (1995) Oligosaccharide distribution in Brazilian soya bean cultivars. **Food Chemistry**, 52:385-387.

Turino VF, Susin I, Pires AV, Mendes CQ, Morais JB, Oliveira Júnior RC (2007) Casca de soja na alimentação de cordeiros confinados: desempenho e características da carcaça. **Ciência Animal Brasileira** 8:495-503.

Van Cleef EC, Almeida MTC, Paschoaloto JR, Castro Filho ES, Barducci RS, Soragni GP, Zampieri Neto E, Ezequiel JMB (2018) Effects of increasing concentrations of soybean molasses on feed intake, growth performance, carcass and meat traits of feedlot lambs. In: ASAS-CSAS Annual Meeting & Trade Show. **Proceedings...** Vancouver.

CAPÍTULO 2

Este capítulo está redigido conforme as normas da revista *Small Ruminant Research*, exceto pelos autores e idioma.

CAPÍTULO 2 - Melaço de soja em substituição ao milho para cordeiros confinados: desempenho, comportamento ingestivo e saúde ruminal

Resumo

O melaço de soja é um subproduto da fabricação do concentrado proteico de soja com alto potencial de uso na nutrição de animais ruminantes, principalmente em substituição a outros alimentos energéticos, como o grão de milho. A utilização desse subproduto garante melhor destino ao que seria resíduo industrial e possibilita o menor custo da ração total. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a inclusão crescente de melaço de soja (até 30% na MS da dieta) sobre o desempenho, comportamento ingestivo e saúde ruminal de cordeiros mestiços (½ Santa Inês × ½ Dorper) terminados em confinamento. Foram utilizados 40 cordeiros machos, não castrados, de peso médio inicial de 20,7 ± 2,4 kg, e idade aproximada de 120 dias. Os animais foram distribuídos em quatro tratamentos (0, 10, 20 e 30% de MSO), divididos em 5 blocos casualizados (DBC) de acordo com o peso inicial, sendo adaptados por 16 dias, com dietas contendo concentrações crescentes de concentrado e melaço de soja (duas dietas, 8 dias cada). O comportamento ingestivo foi realizado no início, meio e final do período de terminação, e quando atingiram 42 dias com a dieta de terminação foram então abatidos, totalizando 58 dias em confinamento. No abatedouro foram coletadas amostras de rúmen e fígado para análise da saúde ruminal. Os dados foram avaliados pelo programa estatístico SAS (versão 9.4), por contrastes ortogonais, onde os valores de desempenho e saúde ruminal foram avaliados como delineamento em blocos casualizados (DBC), e os dados de comportamento ingestivo como DBC com medida repetida no tempo. A inclusão do MSO proporcionou maiores consumos de matéria mineral ($p<0,01$) e menores consumos de extrato etéreo ($p<0,01$) para o controle comparado ao MSO. O consumo de MS em % do peso corporal foi maior par os tratamentos com MSO ($p=0,026$) comparado aos tratamentos com MSO. Não foram observadas diferenças no ganho médio de peso diário. Para comportamento ingestivo, o MSO promoveu efeito linear decrescente para ruminação deitado ($p=0,041$) e linear crescente para a eficiência de alimentação ($p=0,043$). Para tempo em interação com bebedouro ($p=0,026$) e tempo de mastigação por bolo ruminal ($p=0,015$) foram observados menores valores para os tratamentos com MSO comparados ao controle. A utilização de até 30% de MSO na MS na dieta de cordeiros em substituição ao milho foi similar no desempenho, comportamento ingestivo e saúde ruminal, podendo ser utilizado na alimentação de cordeiros em terminação.

Palavras-chave: carboidratos solúveis, ovinos, papilas ruminais, ruminite, terminação.

CHAPTER 2 - Soybean molasses on substitution of corn for feedlot lambs: performance, feeding behavior and rumen health

Abstract

Soybean molasses (SBM) is a byproduct of the manufacture of soy protein concentrate. For its high energy value and high content of soluble carbohydrates, it has a high potential for use in the nutrition of ruminant animals, especially in substitution to other energy foods such as corn grain. The use of this byproduct ensures a better destination for what would be industrial waste and makes it possible to reduce the total cost of the feed. Therefore, the objective of this study was to evaluate the increasing inclusion of SBM (up to 30% in dry matter) on feedlot performance, ingestive behavior and ruminal health of crossbreed lambs ½ Santa Inês × ½ Dorper in feedlot. 40 non-castrated male lambs with average initial body weight of 20.7±0.4 kg and approximate age of 120 days were used. The animals were distributed in four treatments (0, 10, 20 or 30% of SBM in dry matter), divided into five randomized blocks according to the initial body weight, and them adapted for 16 days, with diets of increasing concentrate and SMB concentrations (two diets, eight days each). Ingestive behavior was performed at the beginning, middle and final of the finishing period with final diets, and when they complete 42 days on finishing diets, they were slaughtered, totaling 58 days of feedlot. Rumen samples were collected at the slaughterhouse for posterior analysis of ruminal health. Data were evaluated using SAS statistical program (version 9.4) by orthogonal contrasts, where the performance were evaluated as randomized blocks and ingestive behavior data as randomized blocks with repeated measure over time. The inclusion of SBM provided higher consumption of mineral matter ($p<0.01$) and lower consumption of ether extract ($p<0.01$) for control compared to the SBM treatments. The consumption of DM in % of body weight was higher for treatments with SBM ($p=0.026$) compared to control. No differences were observed in the average daily weight gain. For ingestive behavior, the SBM promoted decreasing linear effect for lying rumination ($p=0.041$) and increasing linear effect for feeding efficiency ($p=0.043$). For time in interaction with the water trough ($p=0.026$) and chew time per cud ($p=0.015$), lower values were observed for treatments with SBM compared to control. The use of up to 30% of SMB in DM in replacing corn of total diet for feedlot lambs was similar in performance and ruminal health, therefore can be used in diets for feedlot lambs.

Keywords: finishing**,** ovine, ruminal papillae, soluble carbohydrates.

Destaques (*Highlights*)

- A inclusão de melaço de soja não afetou o desempenho
- O melaço de soja diminui o tempo gasto em ruminação deitado
- O consumo de MS em relação ao peso corporal foi maior quando o melaço foi incluído.

1. Introdução

Com o intuito de melhorar a rentabilidade e a qualidade do produto que será disponibilizado ao mercado, produtores buscam como estratégia alimentar o confinamento dos animais. A terminação de cordeiros em confinamento traz benefícios como o maior ganho de peso, maior rendimento de carcaça, menor idade ao abate, menor mortalidade dos animais e menor incidência de verminose (Barros et al., 2009). A alimentação é o item de maior custo nesse sistema de produção, sendo o concentrado mais oneroso que o volumoso, fazendo com que o custo das dietas seja proporcionalmente maior com o uso de concentrado (Pacheco et al., 2014). Nesses casos o uso de alimentos alternativos para animais confinados, como os subprodutos, se faz interessante quando esse proporciona bom desempenho nos animais.

O melaço de soja (MSO) é um subproduto da produção do concentrado proteico de soja, apresentando boa composição para uso em dietas, com aproximadamente 10% de proteína bruta (PB), 10% de matéria mineral (MM) e 60% de carboidratos (CHO), sendo rico em sacarose, glicose, rafinose e estaquiose (Fernandes e Miguel, 2012), além de possuir menor custo em relação aos grãos de cereais utilizados usualmente, como o milho.

Dos carboidratos, grande parte é constituída de rafinose e estaquiose, que são oligossacarídeos que possuem moléculas de galactose e glicose ligadas por ligações do tipo α-1,6, que são quebradas através de enzimas α-galactosidades, que não são produzidas por monogástricos (Brasil et al., 2010; Shang et al., 2018). Contudo, podem ser utilizados em ruminantes.

O MSO é uma boa fonte energética e sua utilização além de permitir a possibilidade de reduzir os custos, ainda promove melhor destino ao subproduto, evitando seu descarte inadequado, tornando a pecuária mais sustentável. A inclusão do melaço em até 20% na MS pode aumentar o consumo da MS de cordeiros em confinamento e promover bom ganho de peso, além de não alterar valores de pH, nitrogênio amoniacal e ácidos graxos no rúmen de ovinos adultos (Almeida et al., 2018c; van Cleef et al., 2018).

Contudo, ainda há poucas informações sobre o uso desse subproduto na alimentação de ovinos avaliando suas implicações sobre os parâmetros de desempenho e distúrbios metabólicos nutricionais. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho, comportamento ingestivo e saúde ruminal de cordeiros alimentados com até 30% de MSO na MS em substituição ao milho.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Unidade Animal de Estudos Digestivos e Metabólicos pertencente ao Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Unesp, Câmpus de Jaboticabal. O trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA, protocolo nº 010824/18.

2.1 Animais, delineamento experimental e tratamentos

Foram utilizados 40 cordeiros mestiços (½ Santa Inês × ½ Dorper), de mesma origem, com a mesma base nutricional, não castrados, idade aproximada de 120 dias e peso inicial médio de 20,7 ± 2,4 kg. Os animais foram alojados em galpão coberto, em baias individuais com piso ripado e elevadas do chão, com aproximadamente 1,5 m² de área, com cocho individual e bebedouros coletivos.

Os animais foram distribuídos em 5 blocos casualizados de acordo com o peso inicial, sendo então distribuídos em quatro tratamentos que consistiram no fornecimento de 0, 10, 20 ou 30% de MSO na MS da dieta em substituição ao milho.

Os animais foram a unidade experimental deste estudo, sendo cada tratamento composto por 10 animais.

2.2 Manejo alimentar e dietas experimentais

A fase aclimatação ocorreu por 15 dias, e dentro deste período os animais foram identificados, receberam anti-helmínticos [Ivomec® (Boehringer); 1 mL para cada 50 kg de peso corporal] e tiveram como alimento a silagem de milho e água à vontade. Durante esse período, objetivou-se adaptar os animais ao manejo, instalações e uniformizar a microbiota ruminal.

Tabela 1 – Composição das dietas do período de adaptação de cordeiros confinados alimentados com diferentes níveis de melaço de soja.

Ingredientes (g.kg^{-1} na MS)	Níveis de inclusão do MSO[1]							
	Adaptação 1				Adaptação 2			
	0	10	20	30	0	10	20	30
Silagem de Milho	650	650	650	650	450	450	450	450
Melaço de Soja[2]	0	33	66	100	0	66	133	200
Farelo de Milho	180	150	120	90	310	250	180	120
Farelo de Trigo	114	110,5	107	102,5	154	147	149	144
Farelo de Soja	40	40	40	40	65	65	65	65
Ureia	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8
Calcário	8	8	8	8	11	11	11	11
Sal Mineral[3]	5	5	5	5	5	5	5	5
Composição Bromatológica (% da MS)								
MS[4]	54,9	54,3	53,8	53,2	64,9	63,8	62,6	61,5
PB[5]	18,9	18,9	18,9	18,9	18,8	18,8	18,9	18,8
FDN[6]	42,6	42,2	41,7	41,1	35,4	34,4	33,7	32,8
FDA[7]	21,9	21,7	21,5	21,3	17,4	17,0	16,7	16,3
EE[8]	3,07	3,02	2,96	2,90	3,24	3,13	3,01	2,90
MM[9]	7,69	7,90	8,10	8,31	6,88	7,29	7,75	8,16
Cálcio*	0,60	0,60	0,59	0,59	0,67	0,67	0,66	0,66
Fósforo*	0,35	0,34	0,33	0,32	0,41	0,39	0,37	0,35
Potássio*	0,88	0,96	1,03	1,11	0,82	0,97	1,13	1,29
Energia Metabolizável, Mcal.kg^{-1}*	2,50	2,50	2,49	2,48	2,58	2,57	2,55	2,54

[1] 0 (Controle); 10 (10% melaço de soja); 20 (20% melaço de soja); 30 (30% melaço de soja).
[2] Composição: 66,2% de MS, 10,0% de MM, 10,3% de PB e 2,3% de EE.
[3] Composição por kg: P (60 g), Ca (100 g), Na (195 g), Cl (300 g), Mg (10 g), S (25 g), Zn (4 g), Cu (0,6 g), Mn (0,6 g), Fe (1,2 g), Co (0,1 g), I (0,18 g), Fl (0,06 g).
[4] MS = matéria seca.

[5] PB = proteína bruta.
[6] FDN = fibra em detergente neutro.
[7] FDA = fibra em detergente ácido.
[8] EE = extrato etéreo.
[9] MM = matéria mineral.
* Valores estimados utilizando o programa SRNS.

A fase de adaptação às dietas experimentais foi conduzida em escada, e consistiu no fornecimento à vontade de dietas com níveis crescentes de concentrado (55 e 65% da MS da dieta total, Tabela 1) e melaço de soja, de acordo com o tratamento, ao longo de 16 dias (8 dias para cada dieta) até atingir o nível de concentrado (25:75) e melaço da dieta de terminação (Tabela 2).

Tabela 2 – Composição das dietas finais do período de terminação de cordeiros confinados alimentados com diferentes níveis de melaço de soja.

Ingredientes (g.kg^{-1} na MS)	Níveis de inclusão do MSO[1]			
	0	10	20	30
Silagem de Milho	250	250	250	250
Melaço de Soja[2]	0	100	200	300
Farelo de Milho	400	300	200	100
Farelo de Trigo	158	157	156	155
Farelo de Soja	167	166	165	164
Ureia	8	10	12	14
Calcário	12	12	12	12
Sal Mineral[3]	5	5	5	5
Composição Bromatológica (% da MS)				
MS[4]	62,7	61,7	60,3	59,2
PB[5]	17,3	17,0	17,1	17,3
FDN[6]	36,9	36,5	34,3	31,9
FDA[7]	26,4	22,8	21,5	21,2
EE[8]	3,67	2,80	2,68	2,65
MM[9]	4,97	5,74	6,55	7,60
Ca*	0,68	0,68	0,68	0,67
P*	0,46	0,44	0,41	0,39
K*	0,87	1,11	1,35	1,58
Energia Metabolizável, Mcal.kg^{-1}*	2,68	2,66	2,64	2,62

[1] 0 (Controle); 10 (10% melaço de soja); 20 (20% melaço de soja); 30 (30% melaço de soja).
[2] Composição: 66,2% de MS, 10,0% de MM, 10,3% de PB e 2,3% de EE.
[3] Composição por kg: P (60 g), Ca (100 g), Na (195 g), Cl (300 g), Mg (10 g), S (25 g), Zn (4 g), Cu (0,6 g), Mn (0,6 g), Fe (1,2 g), Co (0,1 g), I (0,18 g), Fl (0,06 g).
[4] MS = matéria seca.
[5] PB = proteína bruta.
[6] FDN = fibra em detergente neutro.
[7] FDA = fibra em detergente ácido.
[8] EE = extrato etéreo.
[9] MM = matéria mineral.

* Valores estimados utilizando o programa SRNS.

As dietas experimentais foram semelhantes nos teores de proteína bruta (172 $g.kg^{-1}$) e energia metabolizável (2,6 Mcal kg^{-1}), respeitando as exigências nutricionais para ganho de 0,250 kg por dia de acordo com o NRC (2007). Os animais receberam duas refeições diárias, sendo metade às 8 h e a outra metade às 16 h, controlando-se a quantidade de ração fresca ofertada de acordo com a sobras do dia anterior, sendo os ajustes feitos diariamente para cada baia, considerando 5% de sobra (Pritchard e Bruns, 2003). A ração recusada foi pesada diariamente antes da alimentação matinal sendo, portanto, calculado a média de CMS por animal e posteriormente o CMS em relação ao PC (peso corporal) dos animais, dado em porcentagem.

Ao longo do período experimental, o fornecido e as sobras foram amostrados semanalmente, guardados em freezer (-20ºC) e ao final do experimento foram parcialmente secos em estufa de ventilação forçada a 55ºC por 72 h, e moídos usando peneira com crivos de 1 mm (AOAC 1998; método 934.01). O teor de MS foi determinado segundo a AOAC (1995; método 930.15), e o teor de MM (matéria mineral) obtido por incineração das amostras em forno mufla a 600ºC durante 3 h (AOAC 1990; método 942.05), determinando também a matéria orgânica (MO= MS – MM). A concentração de extrato etéreo (EE) foi determinada pela lavagem das amostras em éter de petróleo através de aparelho Soxhlet por 4 horas (AOAC, 1990; método 930.15). A concentração de nitrogênio (N) foi determinada pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1998; método 988.05), e o teor de proteína bruta estimado multiplicando o teor de N por 6,25. Os teores de fibra em detergente ácido e fibra em detergente neutro foram estimados de acordo com as recomendações de Van Soest e Wine (1967), utilizando α-amilase termoestável, sem sulfito de sódio.

2.3 Desempenho

Os animais foram pesados ao início da adaptação (dia 1), final da adaptação (primeiro dia com as dietas finais, antes da primeira alimentação; dia 17) e ao final da terminação (dia 58), todas pesagens com 16h de jejum de sólidos.

Os animais permaneceram com as dietas de adaptação por 16 dias e com as dietas finais (de terminação) por 42 dias, e então foram abatidos. O ganho médio diário de peso (GMD) por período (dia 1 a dia 16, dia 17 a dia 58 e dia 1 a dia 58), e a conversão alimentar (CA) do período com as dietas finais foram calculados ao final. A flutuação de consumo foi realizada por animal, durante o período com a dieta final, calculando diariamente a diferença do consumo de MS do dia em relação ao dia anterior, expresso em porcentagem (i.e., diferença do consumo nos dias 9 e 10, expresso em porcentagem em relação ao consumo no dia 9).

2.4 Comportamento ingestivo

Os animais foram avaliados três vezes durante o período de confinamento (início [Dia 5], meio [Dia 22] e final [Dia 40]). As atividades comportamentais foram registradas em intervalos de cinco minutos durante 24 horas, por oito avaliadores de acordo com metodologia descrita por Almeida et al. (2018a). Foram observados tempo em ócio deitado (OD), ócio em pé (OP), ruminando deitado (RD), ruminando em pé (RP), interação com o cocho (IC), interação com o bebedouro (IB), outras atividades (AO; urinar, defecar, interagir com o animal da baia ao lado), estereotipias (ES; roer baia e/ou cochos) e tempo de mastigação gasto por bolo ruminal (T/B), que consistiu em contar o número de mastigações e tempo gasto do momento em que o bolo ruminal chegava à boca até o momento em que o animal o engolia. Posteriormente foram calculados eficiência de ruminação (EFR; tempo gasto ruminando/MS ingerida; g.MS^{-1}/minuto), eficiência de alimentação (EFA; tempo gasto em interação com cocho/MS ingerida; g.MS^{-1}/minuto), tempo de mastigação total (TMT; tempo gasto com ruminação + tempo gasto em interação com o cocho), número de mastigações por bolo (N/bolo), e frequência de cocho (FQC; número de vezes que o animal foi ao cocho).

2.5 Severidade de Ruminite

Para a avaliação da severidade de ruminite, após o abate os rumens foram lavados e avaliados por dois avaliadores treinados. O epitélio ruminal foi classificado conforme a incidência de lesões (ruminites e hiperparaqueratose) e outras anormalidades no mesmo, seguindo a metodologia de Bigham e McMamus (1975), baseada numa escala de 0 a 10.

2.6 Abscessos Hepáticos

Os fígados dos animais foram pesados, examinados e classificados em relação ao tamanho e número de abscessos (1 = de um a dois pequenos abscessos, 2 = de dois a quatro pequenos abscessos e 3 = um ou mais abscessos grandes maiores que 2,5 cm), de acordo com metodologia proposta por Brink et al. (1990). Os fígados sem anormalidades foram rotulados como normais e receberam o grau 0 de avaliação.

2.7 Morfologia do epitélio ruminal

As amostras foram coletadas da região cranial do saco ventral do rúmen e lavadas. As variáveis morfológicas macroscópicas analisadas foram: número médio de papilas por cm² de parede (NMP), área média das papilas (AMP), área total de superfície absortiva por cm² de parede (ASA) e participação das papilas ruminais na área total de superfície absortiva (PSA). Para determinação da ASA, 12 papilas seccionadas aleatoriamente da base foram coletadas e as imagens das papilas e da superfície parietal dos fragmentos digitalizadas e analisadas através do programa de análise de imagens Image J. A ASA foi calculada pela fórmula: 1 + (NMP × AMP) – (NMP × 0,002), em que o número 1 representa o fragmento de 1 cm² coletado, e o 0,002 é a área basal estimada de cada papila ruminal (Daniel et al., 2006). A PSA foi calculada como segue: (NMP × AMP/ASA) × 100.

2.8 Análises estatísticas

Dados de desempenho, morfologia do epitélio ruminal e severidade de abcessos hepáticos e ruminite foram analisados utilizando o procedimento MIXED do programa estatístico SAS (SAS Inst., Inc., Cary, NC - versão 9.4). O modelo incluiu os efeitos fixos de inclusão de MSO, e os blocos como efeitos aleatórios (RANDOM opção do SAS). Os efeitos linear e quadrático da inclusão de MSO foram testados, assim como o contraste controle *vs.* tratamentos com MSO.

Dados de comportamento ingestivo foram avaliados como medida repetida no tempo, incluindo os efeitos dos tratamentos, e períodos (adaptação, meio e fim da terminação). As variáveis respostas analisadas pelo modelo foram submetidas a testes com diferentes estruturas de covariância e a estrutura que deu o menor valor de AIC (Akaike Information Criterion) para cada variável resposta foi escolhida para análise por acomodar melhor os dados. Os valores de $p \leq 0,05$ foram considerados significativos, e $0,05 < p \leq 0,10$, como tendência.

3. Resultados

A inclusão crescente de MSO resultou em consumo similar de MS e PB ($p>0,05$; Tabela 3). O consumo de FDN apresentou tendência quadrática ($p<0,10$), enquanto para o consumo de FDA apresentou tendência ($p<0,10$) linear. Houve diferença para o consumo de EE e MM ($p \leq 0,05$), em que o tratamento com 0% de inclusão consumiu 13,3 g a mais de EE que o tratamento com 30% de MSO, representando 44,2% a mais de EE, enquanto o consumo de MM foi menor para o tratamento com 0% de MSO, em que o tratamento 30% consumiu 33,35 g a mais, representando aumento de 59,6% no consumo.

Apesar de não haver diferença para o consumo de MS, o consumo de MS em % do PC apresentou diferença entre o controle e a inclusão do MSO. Animais que consumiram MSO mostraram maior CMS em % do PC quando comparado com o controle.

Quando foi avaliado o desempenho dos animais em confinamento, a inclusão crescente de MSO não afetou nenhuma das variáveis analisadas (p>0,05; Tabela 4) em nenhum dos períodos do confinamento (adaptação, terminação com as dietas finais e o período total do experimento).

Tabela 3 – Consumo de matéria seca e nutrientes (g.d^{-1}) de cordeiros confinados alimentados com diferentes níveis de melaço de soja.

Item	Níveis de inclusão do MSO[1]					p-valor[3]		
	0	10	20	30	EPM[2]	L	Q	Con. *vs*. MSO
CMS[4]	1135	1281	1173	1185	32,8	0,831	0,280	0,153
CEE[5]	43,4	35,4	30,2	30,1	1,26	<0,01	0,038	<0,01
CPB[6]	193	219	201	205	6,04	0,718	0,361	0,163
CFDN[7]	410	475	408	391	12,07	0,083	0,054	0,440
CFDA[8]	278	263	247	241	8,86	0,052	0,789	0,177
CMM[9]	55,9	73,0	76,1	89,3	2,83	<0,01	0,614	<0,01
FCMS[10], %	9,74	8,50	11,1	9,88	0,61	0,517	0,858	0,993
CMS, %PC[11]	3,03	3,57	3,13	3,46	0,08	0,152	0,421	0,026

[1] 0 (Controle); 10 (10% melaço de soja); 20 (20% melaço de soja); 30 (30% melaço de soja).
[2] EPM = erro padrão da média.
[3] L = efeito linear; Q = efeito quadrático; Con. *vs.* MSO = contraste tratamento controle *vs.* tratamentos com melaço.
[4] CMS = consumo de matéria seca.
[5] CEE = consumo de extrato etéreo.
[6] CPB = consumo de proteína bruta.
[7] CFDN = consumo de fibra em detergente neutro.
[8] CFDA = consumo de fibra em detergente ácido.
[9] CMM = consumo de matéria mineral.
[10] FCMS = flutuação do consumo de MS.
[11] CMS = consumo de MS em % do peso corporal.

Tabela 4 – Desempenho (kg.d^{-1}) de cordeiros confinados alimentados com diferentes níveis de melaço de soja.

Item	Níveis de inclusão do MSO[1]					p-valor[3]		
	0	10	20	30	EPM[2]	L	Q	Con. *vs*. MSO
PI 1d[4]	20,9	20,1	20,9	20,9	0,43	0,851	0,625	0,746
PI 17d[5]	24,5	25,3	24,4	25,2	0,50	0,529	0,964	0,378
PF 58d[6]	34,4	35,9	34,9	34,9	0,73	0,889	0,551	0,504
GMD 1-16d[7]	0,23	0,35	0,24	0,27	0,04	0,951	0,515	0,275
GMD 17-58d[8]	0,24	0,25	0,25	0,23	0,01	0,808	0,385	0,687
GMD 1-58d[10]	0,23	0,28	0,24	0,24	0,01	0,999	0,386	0,411
CA 17-58d[11]	5,06	5,42	4,97	5,24	0,15	0,948	0,874	0,623

[1] 0 (Controle); 10 (10% melaço de soja); 20 (20% melaço de soja); 30 (30% melaço de soja).
[2] EPM = erro padrão da média.

[3] L = efeito linear; Q = efeito quadrático; Con. *vs.* MSO = contraste tratamento controle *vs.* tratamentos com melaço.
[4] PI 1d = peso corporal inicial ao primeiro dia da adaptação.
[5] PI 17d = peso corporal inicial ao primeiro dia com as dietas finais/final da adaptação.
[6] PF 58d = peso corporal final ao término do período experimental.
[7] GMD 1-16d = ganho médio diário de peso dos dias de adaptação.
[8] GMD 17-58d = ganho médio diário de peso com as dietas finais.
[9] GMD 1-58d = ganho médio diário de peso durante todo o período experimental.
[10] CA 17-58d = conversão alimentar durante o período com as dietas finais.

Tabela 5 – Comportamento ingestivo (min.d^{-1}) de cordeiros confinados alimentados com diferentes níveis de melaço de soja.

Item	Níveis de inclusão do MSO[1]					p-valor[3]		
	0	10	20	30	EPM[2]	L	Q	Con. *vs*. MSO
OD[4]	755	754	754	770	9,06	0,688	0,746	0,876
OP[5]	161	143	161	154	5,27	0,930	0,707	0,601
RD[6]	276	278	250	236	6,26	0,041	0,594	0,230
RP[7]	5,16	9,47	6,47	6,00	0,90	0,962	0,309	0,463
IC[8]	166	166	167	189	4,39	0,236	0,400	0,587
IB[9]	18,7	15,5	13,2	11,8	0,95	0,013	0,644	0,026
OA[10]	35,5	31,6	44,4	34,9	1,99	0,628	0,601	0,801
ES[11]	18,2	16,9	20,8	24,2	1,66	0,294	0,614	0,642
EFR[12]	7,74	8,75	7,76	7,16	0,24	0,341	0,217	0,834
EFA[13]	4,47	4,80	5,07	5,74	0,14	0,043	0,679	0,146
TMT[14]	456	463	433	432	7,25	0,202	0,831	0,503
T/B[15]	43,3	39,9	38,3	41,7	0,49	0,192	0,006	0,015
FQC[16]	17,4	17,5	18,6	20,2	0,44	0,066	0,518	0,275

[1] 0 (Controle); 10 (10% melaço de soja); 20 (20% melaço de soja); 30 (30% melaço de soja).
[2] EPM = erro padrão da média.
[3] L = efeito linear; Q = efeito quadrático; Con. *vs.* MSO = contraste tratamento controle *vs.* tratamentos com melaço.
[4] OD = ócio deitado.
[5] OP = ócio em pé.
[6] RD = ruminando deitado.
[7] RP = ruminando em pé.
[8] IC = interação com cocho.
[9] IB = interação com bebedouro.
[10] OA = outras atividades.
[11] ES = estereotipias.
[12] EFR = eficiência de ruminação; tempo gasto ruminando/MS ingerida; g.MS^{-1}/minuto.
[13] EFA = eficiência de alimentação; tempo gasto em interação com o cocho/MS ingerida; g.MS^{-1}/minuto.
[14] TMT = tempo de mastigação total; tempo gasto em interação com cocho + tempo gasto ruminando.
[15] T/B = tempo de mastigação por bolo; segundos.
[16] FQC = frequência de idas ao cocho (número de vezes / dia).

Para o comportamento ingestivo, a inclusão crescente de melaço de soja proporcionou redução linear no tempo gasto pelos animais ruminando deitado (RD) e

aumento no tempo gasto ruminando pela MS ingerida (EFA, p≤0,05; Tabela 5). Os animais que receberam 30% de MSO passaram em média 39,6 minutos a menos ruminando deitado em relação ao tratamento controle (0%). A inclusão de MSO nas dietas proporcionou tendência para menores tempos em interação com o bebedouro (IB, p≤0,05, controle *vs*. MSO), diminuindo em 6,9 minutos o tempo gasto em IB pelos animais no tratamento 30% em relação ao 0%. Efeito quadrático para o tempo de mastigação por bolo ruminal foi observado com a inclusão de melaço de soja nas dietas, em que os menores valores foram observados para o tratamento com inclusão de 10% de melaço de soja. A frequência de cocho (FQC) apresentou tendência linear crescente (p<0,10), onde os animais que receberam 30% de MSO tenderam a ir 2,9 vezes a mais ao cocho que o tratamento 0%.

A inclusão crescente de MSO não prejudicou nenhum parâmetro das papilas ruminais (AMP, ASA, NMP, PSA, IR) e peso do fígado (P>0,05, Tabela 6). Contudo, a severidade de abcessos hepáticos (SHA) apresentou tendência (p<0,10) quando o MSO foi incluído nas dietas (controle *vs.* MSO).

Tabela 6 – Avaliação das papilas e peso de fígado (g) de cordeiros confinados alimentados com diferentes níveis de melaço de soja

Item	Níveis de inclusão do MSO[1]					p-valor[3]		
	0	10	20	30	EPM[2]	L	Q	Con. *vs*. MSO
AMP[4]	0,19	0,23	0,23	0,22	0,01	0,261	0,211	0,104
ASA[5]	12,4	13,9	14,3	14,9	0,78	0,131	0,997	0,276
NMP[6]	63,8	56,8	58,4	64,9	2,40	0,669	0,212	0,573
PSA[7]	92,3	92,6	93,0	93,8	0,38	0,129	0,745	0,375
SR[8]	1,36	1,37	1,49	0,60	0,35	0,495	0,503	0,831
SAH[9]	0,11	0,44	0,33	0,44	0,09	0,201	0,536	0,066
Fígado	0,70	0,72	0,69	0,74	0,02	0,444	0,697	0,574

[1] 0 (Controle); 10 (10% melaço de soja); 20 (20% melaço de soja); 30 (30% melaço de soja).
[2] EPM = erro padrão da média.
[3] L = efeito linear; Q = efeito quadrático; Con. *vs.* MSO = contraste tratamento controle *vs.* tratamentos com melaço.
[4] AMP = área média de papila.
[5] ASA = área de superfície de absorção.
[6] Número médio de papilas/cm².
[7] Participação das papilas ruminais na área total da superfície absortiva².
[8] SR = severidade de ruminite.
[9] SAH = severidade dos abcessos hepáticos.

4. Discussão

A similaridade no consumo de MS com a inclusão crescente de MSO corrobora com o estudo de Oltramari et al. (2016), que ao avaliarem a suplementação de bezerros com a inclusão de até 10% de melaço de cana na MS da dieta não observaram diferença significativa no consumo de MS. Fimbres-Durazo et al. (2013) também não observaram diferenças para CMS, ganho de peso e conversão alimentar de cordeiros alimentados com doses crescentes de melaço de *cana blackstrap*, apresentando resultados muito próximos para ganho de peso utilizando mesma categoria animal, com peso inicial, idade semelhantes e alta proporção de concentrado, como neste estudo.

Apesar desse resultado, houve diferença para o CMS em relação ao peso corporal, que foi maior para os tratamentos com melaço e pode ser explicado pela preferência dos animais pelo melaço, que estimulou o consumo, como era esperado. Segundo Burrit et al. (2005), a adição de açúcar durante o fornecimento de feno para ovinos estimulou o consumo de MS a partir do segundo dia. Os valores encontrados ficaram abaixo dos observados por Souza et al. (2016) com dois cruzamentos das raças Santa Inês e Dorper alimentados com dieta com relação volumoso:concentrado de 25:75, que apresentaram médias de CMS de 3,7 e 3,9% do peso corporal.

O menor consumo de EE aliado ao maior consumo de MM para os tratamentos com MSO é devido a diferença da composição desses nutrientes nas dietas. O melaço de soja apresenta menor teor de EE e maior de MM em relação ao milho, portanto, a substituição do milho pelo melaço proporcionou menores concentrações de EE e maiores de MM, e uma vez que o consumo de MS não apresentou diferença significativa, o consumo desses nutrientes seguiu a composição das dietas.

A tendência quadrática para o consumo de FDN provavelmente se deve ao maior consumo, numericamente, de MS no tratamento 10%, apesar dessa variável não apresentar diferença significativa, visto que os tratamentos apresentaram concentrações de FDN em níveis decrescentes. A tendência para o consumo de FDA se deve, também, a variação das concentrações nas dietas. A ingestão de FDN está correlacionada negativamente com a energia da dieta (Van Soest, 1994), passando

este último a ter maior influência sobre o consumo quando a FDN não é suficiente para causar o enchimento físico. Nesse estudo, as concentrações de FDN variaram de 36,86 a 31,88 $g.kg^{-1}$, estando bem próximas, assim como os teores de EM.

O menor consumo de FDN pode explicar o menor tempo despendido ruminando deitado conforme inclusão de MSO. Segundo Van Soest (1994), o tempo gasto com ruminação é proporcional ao consumo de FDN (Van Soest, 1994). Assim, os menores consumos de FDN, consequência dos menores teores de FDN, nas dietas com MSO podem ter contribuído para os menores tempos ruminando deitado pelos animais, uma vez que os menores tempos foram dos tratamentos com maiores quantidades de melaço. Fato este, que contribuiu também para os menores tempos de mastigação por bolo ruminal com a inclusão de melaço de soja. A redução da FDN está relacionada ao tempo de mastigação, que diminui conforme a concentração de FDN também diminui (Muhammad et al., 2015).

A menor interação com o bebedouro nos tratamentos com MSO se deve a menor MS dessas dietas, ou seja, a maior presença de água nessas dietas reduziu o tempo gasto no bebedouro, o que provavelmente tenha reduzido o consumo de água dos animais. O melaço possui aproximadamente 68% de MS, contra 87% do farelo de milho, uma diferença de 19%. Calculando a diferença do consumo de água através da ingestão das dietas, tem-se 94,8g de água por kg de MS ingerida a mais no tratamento 30% em relação ao 0%.

Os maiores valores de eficiência de alimentação mostram que os animais consumiram maiores quantidades de alimento por bocado, que em consequência da adição do melaço, aumentou a densidade dessas dietas, sendo o tratamento 30% com maior valor de eficiência de alimentação, enquanto o tratamento 0% apresentou menor valor.

A tendência linear na frequência de cocho mostrou que quanto maior a inclusão do melaço, maior é número de vezes que os animais tendem a irem ao cocho. O maior fracionamento do consumo ao longo do dia é desejável, pois está relacionado a maior promoção de saúde e bem-estar nos animais (Nielsen et al., 2016). Esta tendência pode ser relacionada a rápida fermentação e produção de ácidos graxos promovida pelos açúcares (Martel et al. 2011; Soder et al., 2011) contidos no melaço, aumentando a pressão osmótica e concentração de ácidos graxos no rúmen

rapidamente, fazendo com que os animais atinjam saciedade química mais cedo, levando assim, ao maior fracionamento da alimentação como medida de prevenção de distúrbios metabólicos (Ginane et al., 2015).

Além disso, a frequência de cocho também pode estar relacionada a possível maior taxa de passagem dos tratamentos com MSO e consequente menor tempo de permanência no rúmen. Whitlow et al. (1976) encontraram maior concentração de cromo no conteúdo do abomaso de vacas quando suplementadas com produto comercial a base de melaço de cana, comparado ao tratamento controle, indicando a maior taxa de passagem pelo retículo-rúmen nos animais alimentados com melaço. Logo, o possível menor tempo de permanência do alimento no rúmen pode ter causado maior número de idas ao cocho, o que também justifica o maior CMS em relação ao peso corporal.

Os parâmetros utilizados para avaliação da saúde ruminal mostraram que o MSO, bem como o farelo de milho promoveram desenvolvimento semelhante das papilas ruminais. Os valores obtidos para AMP, ASA e PSA ficaram abaixo dos valores encontrados por Almeida et al. (2018b) ao avaliar a inclusão de glicerina em dietas com 60% de concentrado para cordeiros. A queda brusca do pH pode dificultar o desenvolvimento das papilas ruminais (Wang et al., 2009), que neste caso, provavelmente ocorreu em todos os tratamentos devido a quantidade de concentrado, explicando os menores valores encontrados. Wang et al. (2009), ao avaliarem a inclusão de três concentrações de amido na dieta para caprinos (baixa, média e alta) observaram que a altura, largura e superfície das papilas diminuíram com o aumento da ingestão de amido, e atribuíram o resultado à maior queda do pH ruminal.

O aumento da concentração osmótica ruminal através da grande produção de ácidos graxos voláteis pode aumentar a acidificação no rúmen pela maior dificuldade na absorção dos ácidos graxos, diminuindo o pH rapidamente e causando aumento da flutuação de consumo, que é comum em ruminantes alimentados com dietas de alto concentrado e valores acima de 350 mOsmol são suficientes para causar acidose subclínica (Millen et al., 2016). A flutuação do consumo pode ser estendida do período de adaptação até a fase inicial do confinamento, principalmente para alimentações *ad libitum* (Soto-Navarro et al., 2000).

Os tratamentos apresentaram médias de 9,74, 8,50, 11,1 e 9,88% de flutuação no consumo de MS, respectivamente, para os tratamentos 0, 10, 20 e 30%, e que podem ser um indicativo de acidose subclínica. Soto-Navarro et al. (2000), observaram queda no desempenho de novilhos em fase inicial de confinamento com flutuação de 10% no consumo de MS, e relacionaram esse resultado a presença de acidose subaguda.

A alta concentração de ácidos graxos de cadeia curta pode danificar os tecidos ruminais, causando rupturas no epitélio e parede ruminal, abrindo espaço para microorganismos como o *Fusobacterium necrophorum*, que caem na corrente sanguínea e são carregados pelo sistema portal até o fígado, ocasionando os abcessos hepáticos (Millen et al., 2016). Assim, a tendência para severidade de abscessos hepáticos pode ser explicada pela flutuação do consumo nos tratamentos com melaço.

Quando há alta concentração de ácidos graxos voláteis no rúmen, há o aumento da ocorrência de paraqueratose das papilas, estimulada principalmente pelo ácido butírico. Quando a acidez é suficiente para danificá-las, ocorre a tentativa de recuperação do epitélio através da super deposição de queratina, originando a hiperqueratose do epitélio, que atrapalha o correto funcionamento das papilas, diminuindo a capacidade abortiva delas. (Millen et al., 2016).

Apesar da presença de abscessos hepáticos e ruminites e tendência para maior severidade de abscessos hepáticos nos tratamentos com MSO, o desempenho foi satisfatório, estando próximo ao pretendido de acordo com o NRC (0,250 kg contra 0,230, 0,246, 0,243 e 0,226 kg para os tratamentos 0, 10, 20 e 30%, respectivamente). Além da flutuação no consumo, não foram observados outros sinais de acidose nos animais durante o período de alimentação em qualquer tratamento.

5. Conclusão

O fornecimento de até 30% de MSO na MS em dietas para cordeiros confinados promoveu desempenhos semelhantes e não prejudicou a saúde ruminal e o

comportamento ingestivo, portanto pode ser utilizado como alternativa em substituição ao milho.

6. Referências bibliográficas

Almeida M.T.C., Ezequiel J.M.B., Paschoaloto J.R., Perez H.L., Carvalho V.B., Castro Filho E.S., Van Cleef E.H.C.B. (2018a) Effect of high concentration of crude glycerin in diets for feedlot lambs: feeding behavior, growth performance, carcass and non-carcass traits. **Animal Production Science** 58:1271-1278.

Almeida M.T.C., Ezequiel J.M.B., Paschoaloto J.R., Perez H.L., Carvalho V.B., Castro Filho E.S., Van Cleef E.H.C.B. (2018b) Rumen and liver measurements of lambs fed with high inclusions of crude glycerin in adaptation and finishing period of feedlot. **Small Ruminant Research** 167:1-5.

Almeida M.T.C., Paschoaloto J.R., Castro Filho E.S., Barducci R.S., Soragni G.P., Zampieri Neto E.A., Pedro A.E., Ezequiel J.M.B. (2018c) Effects of increasing inclusion of soybean molasses on rumen fermentation of feedlot lambs. In: ASAS-CSAS Annual Meeting & Trade Show. **Proceedings...** Vancouver.

Abdelrahman M.M., Alhidary I.A., Suliman G.M., Alyemni A.H., Al-Saiady M.Y., Alshamiry F.A., Alobre M.M., Aljumaah R.S. (2018) Impact of feeding different levels of neutral detergent fiber as total mixed rations on sensory attributes, carcass characteristics and meat quality of growing lambs. **Pakistan Journal of Zoology** 50:2129-2134.

AOAC (15th eds.) (1990) Official methods of analysis. Washington: Association of Official Analytical Chemists, 1298 p.

AOAC (16th eds.) (1995) Official methods of analysis. Washington: Association of Official Analytical Chemists, 1094 p.

AOAC (16th eds.) (1998) Official methods of analysis of the AOAC International. Whashington: Association of Official Analytical Chemists, 1018 p.

Barros C.S., Monteiro A.L.G., Poli C.H.E.C., Dittrich J.R., Canziani J.R.F., Fernandes M.A.M. (2009) Rentabilidade da produção de ovinos de corte em pastagem e em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia** 38:2270-2279.

Bigham M.L., Mcmanus W.R. (1975) Whole wheat grain feeding of lambs. V. Effects of roughage and wheat grain mixtures. **Australian Journal of Agricultural Research** 26:1053-1062.

Brasil A.P., Rezende S.T., Pelúzio M.C.G., Guimarães V.M. (2010) Removal of oligosaccharides in soybean flour and nutrional effects in rats. **Food Chemistry**, 118:251-255.

Brink D.R., Lowry S.R., Stock R.A., Parrot J.C. (1990) Severity of liver abscesses and efficiency of feed utilization of feedlot cattle. **Journal of Animal Science** 68:1201-1207.

Burrit E.A., Mayland H.F., Provenza F.D., Miller R.L., Burns J.C. (2005) Effect of added sugar on preference and intake by sheep of hay cut in the morning versus the afternoon. Applied Animal Behaviour Science, 94:245-254.

Daniel J.L.P., Resende Júnior J.C., Cruz F.J. (2006) Participation of the reticulorumen and omasum in the total absorptive surface of the bovine forestomach. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science** 43:688-694.

Fernandes G.R., Miguel D.P. (2012) **Detecção dos açúcares da soja**. Uberaba: Caderno de Pós-Graduação da FAZU, 15 p.

Fimbres-Durazo I., Ramírez-Romero R., Michael-Gallegos J.C., Kawas J.C. (2013) Molasses level in lamb high-energy diets on productive performance, blood chemistry, liver minerals and histopathology. **Livestock Science** 157:113-124.

Ginane C., Bonnet M., Baumont R., Revell D.K. (2015) Feeding behavior in ruminants: a consequence of interactions between a reward system and the regulation of metabolic homeostasis. **Animal Production Science** 55:247-260.

Millen D.D., Pacheco R.D.L., Cabral L.S., Cursino L.L., Watanabe D.H.M., Rigueiro A.L.N. (2016) Ruminal Acidosis. In.: Millen D.D., Arrigoni M.B., Pacheco R.D.L. Rumenology (Eds.), Springer, 314 p.

Martel C.A., Titgemeyer E.C., Mamedova L.K., Bradford B.J. (2011) Dietary molasses increases ruminal pH and enhances ruminal biohydrogenation during milk fat depression. **Journal of Dairy Science** 94:3395-4004.

Muhammad A.U.R., Xia C.Q., Cao B.H. (2015) Dietary forage concentration and particle size affect sorting, feeding behavior, intake and growth of Chinese holsteins male calves. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition** 100:217-223.

Nagaraja T.G., Chengappa M.M. (1998) Liver abscesses in feedlot cattle: a review. **Journal of Animal Science** 76:287-298.

Nielsen B.L., De Jong I.C., De Vries T.J. (2016) The use of feeding behavior in the assessment of animal welfare. In.: Phillips CJC **Nutrition and the welfare of farm animals**, 247 p.

Pacheco P.S., Silva R.M., Padua J.T., Restle J., Taveira R.Z., Vaz F.N., Pascal L.L., Olegario J.L., Menezes F.R. (2014) Economic analysis of finishing feedlot steers fed different proportions of sugar cane and concentrated. **Semina: Ciências Agrárias** 35:999-1012.

Pritchard R.H., Bruns K.W. (2003) Controlling variation in feed intake through bunk management. **Journal of Animal Science** 81:133-138.

Oltramari C.E., Nápoles G.G.O., De Paula M.R.D., Silva J.T., Gallo M.P.C., Pasetti M.H.O., Bittar C.M.M. (2016) Performance and metabolism of calves fed starter feed containing sugarcane molasses or glucose syrup as replacement of corn. **Asian Australasian Journal of Animal Science** 29:971-978.

Shang Q.H., Ma X.K., Zhang L.H., Hu J.X., Piao S.S. (2018) Effects os α-galactosidase supplementation on nutrient digestibility, growth performance, intertinal morphology and digestive anzyme activities in weaned piglets. **Animal Feed Science and Technology**, 236:48-56.

Soder K.J., Brito A.F., Hoffman K. (2011) Effect of molasses supplementation and nutritive value on ruminal fermentation of a pasture-based diet. **The Professional Animal Scientist** 27:35-42.

Soto-Navarro S.A., Duff G.C., Krehbiel C.R., Galyean M.L., Malcolm-Callis K.J. (2000) Influence of feeding intake fluctuation, feeding frequency, time of feeding and rate of gain on performance by limit-fed steers. **The Professional Animal Scientist** 16:13-20.

Souza D.A., Selaive-Villarroel A.B., Pereira E.S., Silva E.M.C., Oliveira R.L. (2016) Effect of the Dorper breed on the performance, carcass and meat traits of lambs breeds from Santa Inês sheep. **Small Ruminant Research** 145:76-80.

Van Cleef E.C., Almeida M.T.C., Paschoaloto J.R., Castro Filho E.S., Barducci R.S., Soragni G.P., Zampieri Neto E.A., Ezequiel J.M.B. (2018) Effects of increasing concentrations of soybean molasses on feed intake, growth performance, carcass and meat traits of feedlot lambs. In: ASAS-CSAS Annual Meeting & Trade Show. **Proceedings...** Vancouver.

Van Soest P.J., Wine R.H. (1967) Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell wall constituents**. Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, 50:50–55.

Wang Y.H., Xu M., Wang F.N., Yu Z.P., Yao J.H., Zan L.S., Yang F.X. (2009) Effect of dietary starch on rumen and small intestine morphology and digesta pH in goats. **Livestock Science** 122:48-52.

Whitlow L.H., Marshall S.P., Van Horn H.H., Flores J.R. (1976) Liquid feed passage route into stomach compartments, influence of abomasal infusions on plasma glucose, and supplementation of dry rations with liquid feeds from lock-wheel feeders. **Journal of Dairy Science**, 39:675-681.

CAPÍTULO 3

Este capítulo está redigido conforme as normas da revista *Small Ruminant Research*, exceto pelos autores e idioma.

CAPÍTULO 3 - Melaço de soja em substituição ao milho para cordeiros confinados: qualidade da carcaça e da carne

Resumo

O melaço de soja (MSO) é um subproduto da fabricação do concentrado proteico de soja, possui alto valor energético e grande quantidade de carboidratos solúveis. Por esses motivos, este subproduto tem alto potencial de uso na nutrição de animais ruminantes, principalmente em substituição a outros alimentos energéticos, como o grão de milho. A utilização desse subproduto garante melhor destino ao que seria resíduo industrial e possibilita o barateamento do custo da ração total. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a inclusão crescente de melaço de soja (até 30% na MS) sobre a qualidade da carcaça e carne de cordeiros mestiços (½ Santa Inês × ½ Dorper) terminados em confinamento. Foram utilizados 40 cordeiros machos, não castrados, de peso médio inicial de 20,7 ± 2,4 kg, e idade aproximada de 120 dias. Os animais foram distribuídos em quatro tratamentos (0, 10, 20 e 30% de MSO na MS da dieta), divididos em 5 blocos casualizados (DBC) de acordo com o peso inicial, sendo adaptados por 16 dias, com dietas contendo concentrações crescentes de concentrado e melaço de soja (duas dietas, oito dias cada). Ao atingirem 42 dias de confinamento com a dieta de terminação os animais foram então abatidos, totalizando 58 dias de confinamento. No abatedouro foram coletadas medidas da carcaça como peso, pH, espessura de gordura subcutânea, cor, área de olho de lombo e amostras de carne para análise. Não foram observadas diferenças para os parâmetros de carcaça analisados. Os ácidos graxos C14:0, C17:0, C17:1, C18:2ω6c, C20:2 e C20:3ω6 apresentaram valores menores com a inclusão do melaço (p=0,050, 0,028, 0,031, 0,007, 0,004 e 0,030, respectivamente), enquanto os ácidos graxos C22:0 (p=0,022) e C22:6ω3 (p=0,002) aumentaram. Os valores de ácidos graxos poli-insaturados ω6 (p=0,046) e relação ω6/ω3 (p=0,016) foram menores para os tratamentos com melaço. Os valores de ácidos graxos poli-insaturados totais apresentaram efeito linear (p=0,019) decrescente com a inclusão do MSO. A composição centesimal não apresentou diferença entre os tratamentos. A utilização de até 30% de MSO na MS na dieta de cordeiros não causou prejuízos aos parâmetros de carcaça e ainda tornou a carne mais saudável, melhorando a relação ω6/ω3, podendo ser utilizado na alimentação de cordeiros em terminação.

Palavras-chave: ácidos graxos**,** carboidratos solúveis, ovinos, ruminantes, terminação.

CHAPTER 3 - Soybean molasses on substitution of corn for feedlot lambs: carcass and meat quality

Abstract

Soybean molasses (SBM) is a byproduct of the manufacture of soy protein concentrate. For its high energy value and high content of soluble carbohydrates, it has a high potential for use in the nutrition of ruminant animals, especially in substitution to other energy foods such as corn grain. The use of this byproduct ensures a better destination for what would be industrial waste and makes it possible to reduce the total cost of the feed. Therefore, the objective of this study was to evaluate the increasing inclusion of SBM (up to 30% in dry matter) on meat quality and carcass characteristics of crossbreed lambs ½ Santa Inês × ½ Dorper in feedlot. 40 non-castrated male lambs with average initial body weight of 20.7±0.4 kg and approximate age of 120 days were used. The animals were distributed in four treatments (0, 10, 20 or 30% of SBM in dry matter), divided into five randomized blocks according to the initial body weight, and them adapted for 16 days, with diets of increasing concentrate and SMB concentrations (two diets, eight days each). The period with final diets lasted 42 days and then they were slaughtered, totaling 58 days of feedlot. Quantitative carcass data and meat samples were collected at the slaughterhouse for posterior analysis of meat quality. Data were evaluated using SAS statistical program (version 9.4) by orthogonal contrasts, where the carcass and meat quality values were evaluated as randomized blocks. Fatty acids C14:0, C17:0, C17:1, C18:2ω6c, C20:2 and C20:3ω6 showed lowers values (p=0.05, 0.028, 0,031, 0,007, 0.004 and 0.030, respectively) with inclusion of SBM, while fatty acids C22:0 and C22:6ω3 increased (p=0.022 and 0.002, respectively). Polyunsaturated fatty acid (PUFA) ω6 and ω6/ω3 ratio were lower for SBM treatments (p=0.046 and 0.016, respectively) and total PUFA values showed decreasing linear effect (p=0.019). No significant differences were observed for the carcass and meat composition data. The use of up to 30% of SMB in DM in replacing corn of total diet for feedlot lambs was similar in carcass parameters and made the meat healthier, improving the ω6/ω3 ratio, therefore can be used in diets for feedlot lambs.

Keywords: Fatty acid, finishing, soluble carbohydrates, ovine, ruminant.

Destaques (*Highlights*)

- O melaço proporcionou menores concentrações de ácidos graxos poli-insaturados
- Houve redução na concentração total de ácidos graxos ω6
- A relação ω6/ω3 foi menor com a adição de melaço nas dietas

1. Introdução

A demanda por carne ovina tende a aumentar nos próximos anos, principalmente em países asiáticos como a China, que aumentaram a procura pela carne brasileira, além de associarem a carne ovina com um produto com benefícios nutricionais (FAO, 2018). Segundo a FAO (2018), a projeção é de que em 2027 a produção de carne mundial seja 15% maior em relação a 2017. Além do aumento na produção, outra projeção é para a diversificação no consumo de proteína animal por países em desenvolvimento, aumentando o consumo de carne bovina e ovina. Somente no Brasil, o esperado é que o consumo aumente de 125 toneladas em 2017 para 134 toneladas de carne ovina em 2027, representando aumento de 7,2%.

Este fato tem levado a maior intensificação da produção para atender o mercado consumidor. Neste sentido, a adoção de estratégias nutricionais para melhorar a oferta de carne e disponibilizar ao mercado carne de qualidade levam o produtor a adotar o confinamento como sistema de produção.

A criação em confinamento traz diversos benefícios para o setor pecuário, como a menor idade ao abate, melhorias do ganho de peso médio diário, acabamento, qualidade da carcaça, perfil de ácidos graxos e características organolépticas da carne (Fernandes et al., 2010; Frescura et al., 2005; Medeiros et al., 2009; Poli et al., 2008; Turino et al., 2007). Contudo, o maior obstáculo para esse sistema de produção é o custo com a alimentação.

Assim, o uso de alguns subprodutos agroindustriais pode reduzir o custo da produção sem causar prejuízos ao desempenho e saúde do animal. O melaço de soja (MSO) é um subproduto da produção do concentrado proteico de soja, possui coloração marrom, sabor agridoce e bom perfil nutricional para os animais, como 10%

de proteína e 60% de carboidratos (Fernandes e Miguel, 2012) sendo, portanto, uma excelente alternativa de uso como fonte de energia na alimentação de ruminantes.

Contudo, apesar de alguns trabalhos com melaço de soja mostrarem resultados positivos na alimentação de ruminantes como melhor ganho de peso, melhor eficiência alimentar e maior maciez da carne (Drouillard et al., 1999, Paula, 2015, Pereira Junior et al., 2018, van Cleef et al., 2018), ainda são escassos estudos avaliando a inclusão crescente do melaço de soja na dieta para ovinos em relação as características de carcaça e qualidade da carne de cordeiros terminados em confinamento. Assim, a nossa hipótese foi de que o melaço de soja promoveria maiores pesos de carcaça.

Neste sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar a inclusão de até 30% de melaço de soja sobre as características quantitativas da carcaça e qualitativas da carne de ovinos ½ Santa Inês × ½ Dorper em confinamento.

2. Material e métodos

O experimento foi conduzido na Unidade Animal de Estudos Digestivos e Metabólicos pertencente ao Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Unesp, Câmpus de Jaboticabal. O trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA, protocolo nº 010824/18.

2.1 Animais, delineamento experimental e tratamentos

Foram utilizados 40 cordeiros mestiços (½ Santa Inês × ½ Dorper), de mesma origem, com a mesma base nutricional, não castrados, idade aproximada de 120 dias e peso inicial médio de 20,7 ± 2,4 kg. Os animais foram alojados em galpão coberto, em baias individuais com piso ripado e elevadas do chão, com aproximadamente 1,5 m² de área, com cocho individual e bebedouros coletivos.

Os animais foram distribuídos em 5 blocos casualizados de acordo com o peso inicial, sendo então distribuídos em quatro tratamentos que consistiram no

fornecimento de 0, 10, 20 ou 30% de MSO na MS da dieta total, em substituição ao grão de milho. Os animais foram a unidade experimental, sendo cada tratamento composto por 10 animais.

2.2 Manejo alimentar e dietas experimentais

A fase pré-experimental ocorreu por 15 dias, e dentro deste período os animais foram identificados, vacinados, receberam anti-helmínticos [Ivomec® (Boehringer); 1,5 mL por animal] e tiveram como alimento a silagem de milho e água à vontade. Durante esse período, objetivou-se aclimatar os animais ao manejo, instalações e uniformização da microbiota ruminal.

Tabela 1 – Composição das dietas do período de adaptação de cordeiros confinados alimentados com diferentes níveis de melaço de soja.

Ingredientes (g.kg^{-1})	Dietas[1]							
	Adaptação 1				Adaptação 2			
	0	10	20	30	0	10	20	30
Silagem de Milho	650	650	650	650	450	450	450	450
Melaço de Soja[2]	0	33	66	100	0	66	133	200
Milho	180	150	120	90	310	250	180	120
Farelo de Trigo	114	110,5	107	102,5	154	147	149	144
Farelo de Soja	40	40	40	40	65	65	65	65
Ureia	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8
Calcário	8	8	8	8	11	11	11	11
Sal Mineral[3]	5	5	5	5	5	5	5	5
Composição Bromatológica (% da MS)								
MS[4]	54,9	54,3	53,8	53,2	64,9	63,8	62,6	61,5
PB[5]	18,9	18,9	18,9	18,9	18,8	18,8	18,9	18,8
FDN[6]	42,6	42,2	41,7	41,1	35,4	34,4	33,7	32,8
FDA[7]	21,9	21,7	21,5	21,3	17,4	17,0	16,7	16,3
EE[8]	3,07	3,02	2,96	2,90	3,24	3,13	3,01	2,90
MM[9]	7,69	7,90	8,10	8,31	6,88	7,29	7,75	8,16
Ca*	0,60	0,60	0,59	0,59	0,67	0,67	0,66	0,66
P*	0,35	0,34	0,33	0,32	0,41	0,39	0,37	0,35
K*	0,88	0,96	1,03	1,11	0,82	0,97	1,13	1,29
Energia Metabolizável, Mcal.kg^{-1}*	2,50	2,50	2,49	2,48	2,58	2,57	2,55	2,54

[1] 0 (Controle, 10% melaço de soja); 20 (20% melaço de soja); 30 (30% melaço de soja).
[2] Composição: 66,2% de MS, 10,0% de MM, 10,3% de PB e 2,3% de EE.

[3] Composição por kg: P (60 g), Ca (100 g), Na (195 g), Cl (300 g), Mg (10 g), S (25 g), Zn (4 g), Cu (0,6 g), Mn (0,6 g), Fe (1,2 g), Co (0,1 g), I (0,18 g), Fl (0,06 g).
[4] MS = matéria seca.
[5] PB = proteína bruta.
[6] FDN = fibra em detergente neutro.
[7] FDA = fibra em detergente ácido.
[8] EE = extrato etéreo.
[9] MM = matéria mineral.
* Valores estimados utilizando o programa SRNS.

A fase de adaptação às dietas experimentais foi conduzida em escada, e consistiu no fornecimento à vontade de dietas com níveis crescentes de concentrado (50 e 65% MS da dieta total, Tabela 1) e melaço, ao longo de 16 dias (8 dias para cada dieta) até atingir o nível de concentrado (75:25) e melaço da dieta final da terminação, na qual permaneceram por 42 dias (Tabela 2), e então foram abatidos.

As dietas experimentais foram semelhantes nos teores de proteína bruta (172 $g.kg^{-1}$) e energia metabolizável (2,6 Mcal kg^{-1}), respeitando as exigências nutricionais para ganho de 0,250 kg por dia de acordo com o NRC (2007). Também foi analisado o perfil de ácidos graxos dessas dietas (Tabela 3).

Tabela 2 – Composição das dietas finais do período de terminação de cordeiros confinados alimentados com diferentes níveis de melaço de soja.

Ingredientes ($g.kg^{-1}$)	Níveis de inclusão do MSO[1]			
	0	10	20	30
Silagem de Milho	250	250	250	250
Melaço de Soja[2]	0	100	200	300
Milho	400	300	200	100
Farelo de Trigo	158	157	156	155
Farelo de Soja	167	166	165	164
Ureia	8	10	12	14
Calcário	12	12	12	12
Sal Mineral[3]	5	5	5	5
Composição Bromatológica (% da MS)				
MS[4]	62,7	61,7	60,3	59,2
PB[5]	17,3	17,0	17,1	17,3
FDN[6]	36,9	36,5	34,3	31,9
FDA[7]	26,4	22,8	21,5	21,2
EE[8]	3,67	2,80	2,68	2,65
MM[9]	4,97	5,74	6,55	7,60
Ca*	0,68	0,68	0,68	0,67
P*	0,46	0,44	0,41	0,39
K*	0,87	1,11	1,35	1,58
Energia Metabolizável, $Mcal.kg^{-1}$*	2,68	2,66	2,64	2,62

[1] 0 (Controle); 10 (10% melaço de soja); 20 (20% melaço de soja); 30 (30% melaço de soja).
[2] Composição: 66,2% de MS, 10,0% de MM, 10,3% de PB e 2,3% de EE.
[3] Composição por kg: P (60 g), Ca (100 g), Na (195 g), Cl (300 g), Mg (10 g), S (25 g), Zn (4 g), Cu (0,6 g), Mn (0,6 g), Fe (1,2 g), Co (0,1 g), I (0,18 g), Fl (0,06 g).
[4] MS = matéria seca.
[5] PB = proteína bruta.
[6] FDN = fibra em detergente neutro.
[7] FDA = fibra em detergente ácido.
[8] EE = extrato etéreo.
[9] MM = matéria mineral.
* Valores estimados utilizando o programa SRNS.

Tabela 3 – Perfil de ácidos graxo das dietas finais de cordeiros confinados alimentados com diferentes níveis de melaço de soja.

Ácido graxo (g.100g^{-1})	Níveis de inclusão do MSO[1]			
	0	10	20	30
C8:0	0,027	0,033	0,035	0,041
C11:0	0,268	0,314	0,312	0,371
C12:0	0,050	0,051	0,044	0,056
C14:0	0,099	0,110	0,111	0,127
C15:0	0,052	0,326	0,335	0,413
C16:0	14,76	15,73	16,10	16,80
C17:0	0,124	0,134	0,122	0,131
C18:0	2,877	2,883	2,955	2,896
C20:0	0,518	0,457	0,426	0,375
C22:0	0,251	0,236	0,249	0,259
C23:0	0,063	0,061	0,051	0,051
C24:0	0,254	0,243	0,238	0,235
C16:1	0,133	0,126	0,139	0,129
C17:1	0,047	0,077	0,061	0,067
C18:1ω9t	0,148	0,000	0,000	0,000
C18:1ω9c	30,81	28,31	26,86	23,62
C20:1ω9	0,300	0,297	0,293	0,296
C18:2ω6t	0,036	0,034	0,043	0,047
C18:2ω6c	46,46	47,46	48,08	49,82
C20:2	0,029	0,023	0,034	0,049
C18:3ω3	2,578	3,002	3,405	4,062
C18:3ω6	0,016	0,015	0,016	0,052
C20:4ω6	0,047	0,055	0,061	0,070
C22:6ω3	0,051	0,026	0,028	0,037
AGS[2]	19,34	20,58	20,98	21,75
AGMI[3]	31,44	28,81	27,35	24,11
AGPI[4]	49,22	50,61	51,67	54,14
AGPI-ω3	2,629	3,028	3,433	4,099
AGPI-ω6	46,56	47,56	48,20	49,99

[1] 0 (Controle); 10 (10% melaço de soja); 20 (20% melaço de soja); 30 (30% melaço de soja).
[2] Ácidos graxo saturados.
[3] Ácidos graxos monoinsaturados.
[4] Ácidos graxos poli-insaturados.

Os animais receberam duas refeições diárias, metade às 8 h e a outra metade às 16 h, controlando-se a quantidade de ração fresca ofertada de acordo com a sobras do dia anterior, sendo os ajustes feitos diariamente para cada baia considerando 5% de sobra (Pritchard e Bruns, 2003). A ração recusada foi pesada diariamente antes da alimentação matinal e calculou-se a média de CMS por animal.

2.3 Característica de carcaça

Ao final do período experimental, os animais passaram por jejum de sólido por 16 h, e então foram pesados. Após a pesagem os animais receberam alimento novamente, e à noite a comida foi retirada novamente de modo que o transporte + descanso não ultrapassassem 16 h de jejum. Os animais foram transportados por 210 km do local onde estavam alojados até o abatedouro. No local do abate, foram insensibilizados por eletronarcose, com descarga elétrica na cabeça e no coração, e em seguida feita a sangria através da secção das veias jugulares e artérias carótidas, respeitando os procedimentos que caracterizam o abate humanitário (Monteiro Júnior, 2000).

O peso da carcaça quente (PCQ) foi obtido após a esfola e evisceração dos animais, a qual após a pesagem foram armazenadas em câmara frigorífica (4ºC) por 24 horas, em seguida foram pesadas novamente para determinação do peso de carcaça fria (PCF). Depois das pesagens, foi calculado o rendimento de carcaça quente (RCQ = (PCQ/peso corporal do animal vivo) x 100) e rendimento de carcaça fria (RCF = (PCF/peso corporal do animal vivo) x 100).

No músculo *Longissimus thoracis et lumborum*, na altura da 13ª costela, do lado esquerdo da carcaça foram medidos espessura de gordura e área de olho de lombo. A espessura de gordura foi mensurada com a ajuda de um paquímetro digital. A área de olho de lombo foi mensurada de acordo com Cezar et al. (2007), com modificação. Com auxílio de uma folha de papel manteiga em cima da área seccionada, o contorno do músculo foi desenhado com caneta própria. Posteriormente as folhas foram escaneadas e lidas no programa computacional Image J, previamente calibrado para medir a área em cm^2.

2.4 Parâmetros de qualidade da carne

Após 24 horas em câmara fria, amostras do músculo *Longissimus thoracis et lumborum* foram coletadas do lado esquerdo da carcaça (entre 5ª e 13ª costelas), embaladas a vácuo em sacos de polietileno, transportados para o Laboratório de Tecnologia de Carnes da Universidade Estadual Paulista/FCAV e armazenados a -20°C até o procedimento das análises.

Os parâmetros de cor da carne foram avaliados conforme descrito por Houben et al. (2000), utilizando um colorímetro (Minolta Chroma Meter CR-300, Osaka, Japão). Os parâmetros avaliados foram luminosidade (L*), intensidade do vermelho (a*) e intensidade do amarelo (b*) que foram avaliados pelo sistema de cores CIE L * a * b * (CIE, 2004). A cor foi lida em três pontos diferentes e as médias foram calculadas. Tanto para o pH quanto cor foram mensurados após 45 min (temperatura ambiente) e 24h (a 4 °C em câmara fria) do abate, usando pHmetro para carne (Testo 205).

Para a composição centesimal as amostras foram descongeladas à temperatura ambiente, trituradas e liofilizadas por 72h. Após o processo de liofilização, foram moídas e a MS determinada segundo a AOAC 1995 (método 930.15), o teor de MM (matéria mineral) obtido por incineração das amostras em forno mufla a 600ºC durante 3 h (AOAC 1990; método 942.05), a concentração de nitrogênio (N) foi determinada pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1998; método 988.05), e o teor de proteína bruta estimado multiplicando o teor de N por 6,25 e gordura, de acordo com Bligh e Dyer (1959), sem gordura subcutânea, para determinação da composição centesimal.

A capacidade de retenção de água (CRA) foi medida submetendo aproximadamente 2 g de carne a 10 kg de pressão por 5 min. A diferença entre o peso da carne antes e depois do procedimento foi usada para calcular o CRA, expresso em % (Hamm, 1986). Para a determinação da perda por cozimento (PPC), uma amostra de cada animal foi descongelada à temperatura ambiente, pesada e grelhada a 200 °C em grade pré-aquecida. Quando o centro geométrico da amostra alcançou 71 °C (termômetro), o cozimento foi interrompido e as amostras foram novamente pesadas

quando atingiram a temperatura ambiente (AMSA, 1978). A PC foi considerada pela diferença de peso das amostras antes e depois do cozimento. As mesmas amostras utilizadas para determinação de PPC foram utilizadas para avaliação da força de cisalhamento utilizando lâmina Warner-Bratzler, onde seis núcleos redondos (1,27 cm diâmetro) de carne, livre de gordura visível e tecido conjuntivo, foram cortados paralelamente ao longo das fibras musculares (AMSA, 1995), e cada núcleo foi cisalhado perpendicularmente à direção da fibra, e então feitas as médias por animal.

Para o perfil de ácidos graxos, o método de extração utilizado foi seguindo a metodologia proposta por Bligh e Dyer (1959) com algumas modificações. Aproximadamente 3 g de amostras de carne liofilizadas foram transferidas para um Erlenmeyer de 125 mL, e 10 mL de clorofórmio, 20 mL de etanol e 8 mL de água destilada foram adicionados. Os recipientes foram agitados por 30 min em agitador horizontal (modelo SL-0031, Solab, Piracicaba, Brasil), e adicionados 10 mL de clorofórmio e 10 mL de solução de sulfato de sódio a 1,5% por mais 2 minutos de agitação. Todo o conteúdo foi filtrado com papel de filtro quantitativo e transferido para frascos de Falcon® de 50 mL. Após a separação, a camada superior foi descartada, e 10 mL do filtrado transferidos para béqueres de vidro previamente tarados. O recipiente foi colocado em estufa de ar forçado a 55ºC, por 24 h, para evaporar o solvente. Após o resfriamento no dessecador, os béqueres foram pesados novamente e o conteúdo de gordura calculado pela diferença.

Para a transesterificação dos triglicerídeos, aproximadamente 50 mg de lipídios foram transferidos para frascos Falcon® de 15 mL, e 2 mL de heptano foram adicionados. Agitou-se a mistura até dissolver a gordura completa e depois adicionou-se 2 mL de KOH (2 mol/L de metanol). A nova mistura foi vigorosamente agitada durante 5 min. Após a separação das fases, 1 mL de camada superior, composto de heptano e metil ésteres de ácidos graxos foi transferido para microtubos de 1,5 mL e congelado a -18 ºC até a análise.

As análises do perfil de ácidos graxos foram realizadas utilizando cromatógrafo a gás (modelo 14-B, Shimadzu, Kyoto, Japão), juntamente com coluna capilar de sílica fundida, tipo Omewax250 (100 m × 0,25 mm × 0,25 µm) Cat. No. 24136-Supelco. As atividades de Δ9 dessaturase (16 e 18) e elongase foram estimadas de acordo com

Malau-Aduli et al. (1997), e o índice de aterogenicidade foi estimado de acordo com Ulbricht e Southgate (1991), como segue:

Δ^9 dessaturase 16 = 100 [C16:1c9 / (C16:1c9 + C16:0)]

Δ^9 dessaturase 18 = 100 [C18:1c9 / (C18:1c9 + C18:0)]

Elongase = 100 [((18:0 + C18:1c9) / (C:16:0 + C16:1c9) + C18:0 + C18:1c9)]

Índice de aterogenicidade: [C:12:0 + 4(C14:0) + C16:0] / (ΣAGMI + ΣAGPI)

2.5 Análise estatística

Os dados foram analisados utilizando o procedimento MIXED do programa estatístico SAS (SAS Inst., Inc., Cary, NC - versão 9.4). O modelo inclui os efeitos fixos de inclusão do MSO, e os blocos como efeitos aleatórios (RANDOM opção do SAS). Os efeitos linear e quadrático da inclusão de MSO foram testados assim como o contraste controle *vs.* tratamentos com MSO. Os valores de p≤0,05 foram considerados significativos.

3 Resultados

A inclusão de melaço de soja não influenciou os parâmetros de carcaça e análises físicas da carne analisados (p>0,05, Tabela 4).

Para o perfil de ácidos graxos da carne, houve efeito linear decrescente conforme inclusão de MSO (p≤0,05) para os ácidos C14:0, C17:0, C17:1, C20:3ω6 e AGPI (Tabelas 5 e 6). Para os ácidos C18:2ω6, C20:2 e AGPI-ω6, a inclusão de melaço de soja proporcionou redução nas concentrações, além de diminuir a relação ω6/ω3 (p≤0,05), enquanto para os ácidos graxos C22:0 e C22:6ω3 as concentrações aumentaram.

Em relação a composição centesimal (Tabela 7), a inclusão de MSO não proporcionou diferenças significativas (p>0,05).

Tabela 4 – Parâmetros da carcaça e carne de cordeiros confinados alimentados com diferentes níveis de melaço de soja.

Item	Níveis de inclusão do MSO[1]					p-valor[3]		
	0	10	20	30	EPM[2]	L	Q	Con. *vs.* MSO
PCQ[4], kg	15,6	16,8	16,4	16,4	0,36	0,551	0,421	0,249
PCF[5], kg	15,3	16,2	15,8	15,8	0,36	0,662	0,434	0,295
RCQ[6], %	42,8	45,4	44,2	44,3	0,97	0,551	0,421	0,248
RCF[7], %	41,5	43,8	42,7	42,6	0,97	0,661	0,434	0,294
EG[8], mm	3,70	3,45	3,57	3,46	1,39	0,665	0,805	0,552
AOL[9], cm²	11,8	11,5	11,0	12,1	0,30	0,825	0,249	0,780
PPC[10], %	26,1	24,7	25,5	26,1	0,61	0,910	0,462	0,735
CRA[11], %	67,4	67,7	65,7	68,0	0,40	0,957	0,219	0,660
FC[12], N	25,7	22,9	21,7	25,7	1,26	0,920	0,154	0,342
pH 0h	6,48	6,45	6,44	6,43	0,03	0,551	0,911	0,565
pH 24h	5,74	5,71	5,86	5,80	0,03	0,234	0,829	0,460
L* 0h	32,9	32,1	31,7	32,3	0,40	0,564	0,385	0,328
a* 0h	12,7	12,3	12,3	12,7	0,40	0,990	0,581	0,650
b* 0h	2,05	1,70	1,76	2,15	0,10	0,700	0,072	0,344
L* 24h	29,4	28,8	29,5	30,2	0,39	0,451	0,413	0,905
a* 24h	12,1	11,0	11,6	11,6	0,23	0,641	0,184	0,069

[1] 0 (Controle); 10 (10% melaço de soja); 20 (20% melaço de soja); 30 (30% melaço de soja).
[2] EPM = erro padrão da média.
[3] L = efeito linear; Q = efeito quadrático; Con. *vs*. MSO = contraste tratamento controle *vs*. tratamentos com melaço.
[4] PCQ = peso de carcaça quente.
[5] PCF = peso de carcaça fria.
[6] PCQ = rendimento de carcaça quente.
[7] RCF = rendimento de carcaça fria.
[8] EG = espessura de gordura.
[9] AOL = área de olho de lombo.
[10] PPC = perca por cocção.
[11] CRA = capacidade de retenção de água.
[12] FC = força de cisalhamento.

Tabela 5 – Perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus thoracis et lumborum* (mg.100g^{-1}) de cordeiros confinados alimentados com diferentes níveis de melaço de soja.

Item	Níveis de inclusão do MSO[1]					p-valor[3]		
	0	10	20	30	EPM[2]	L	Q	Con. *vs*. MSO
C10:0	11,3	11,8	8,07	9,70	0,57	0,142	0,783	0,373
C12:0	4,83	4,98	4,05	4,57	0,30	0,415	0,428	0,986
C14:0	171	164	133	137	7,81	0,050	0,709	0,156
C15:0	14,1	11,3	10,1	11,0	1,00	0,398	0,441	0,308
C16:0	1977	1845	1675	1805	70,2	0,226	0,324	0,159
C17:0	70,2	63,0	49,3	52,1	3,44	0,028	0,409	0,093
C18:0	1287	1144	1091	1088	53,1	0,214	0,508	0,177
C20:0	5,90	6,57	5,72	5,85	0,41	0,801	0,742	0,903
C21:0	25,6	28,3	24,1	27,0	1,54	0,999	0,967	0,792
C22:0	9,60	12,18	11,51	10,80	0,58	0,433	0,125	0,022
C14:1	9,56	11,04	4,97	6,34	1,11	0,214	0,808	0,839
C16:1n9c	124	130	106	118	5,34	0,231	0,755	0,498
C17:1	38,2	40,1	29,4	29,6	1,78	0,031	0,193	0,671
C18:1ω9t	0,07	0,08	0,11	0,07	0,01	0,551	0,635	0,968
C18:1ω9c	3457	3197	3059	3266	118	0,519	0,339	0,333
C18:2ω6t	2,63	2,46	2,19	2,29	0,18	0,472	0,714	0,556
C18:2ω6c	212	195	170	162	7,26	0,004	0,703	0,007
C18:3ω6	3,91	3,13	2,95	2,51	0,21	0,092	0,828	0,241
C18:3ω3	9,59	9,33	6,80	8,61	0,44	0,184	0,178	0,158
C20:2	1,61	1,32	1,45	1,23	0,06	0,021	0,705	0,004
C20:3ω6	6,07	6,41	5,77	4,85	0,28	0,030	0,214	0,345
C20:4ω6	51,4	60,7	58,4	53,6	2,85	0,835	0,199	0,178
C20:5ω3	3,68	6,09	4,08	4,07	0,42	0,731	0,154	0,084
C22:4ω6	5,29	5,12	6,05	5,42	0,25	0,475	0,594	0,537
C22:5ω3	8,56	12,03	9,04	9,22	0,68	0,581	0,225	0,107
C22:6ω3	1,71	2,80	2,39	2,22	0,15	0,253	0,028	0,002

[1] 0 (Controle); 10 (10% melaço de soja); 20 (20% melaço de soja); 30 (30% melaço de soja).
[2] EPM = erro padrão da média.
[3] L = efeito linear; Q = efeito quadrático; Con. *vs*. MSO = contraste tratamento controle *vs*. tratamentos com melaço.

Tabela 6 – Quantificação de ácidos graxos e atividades das enzimas Δ^9 desaturase e elongase do músculo *Longissimus thoracis et lumborum* (mg.100g^{-1}) de cordeiros confinados alimentados com diferentes níveis de melaço de soja.

Item	Níveis de inclusão do MSO[1]					p-valor[3]		
	0	10	20	30	EPM[2]	L	Q	Con. *vs*. MSO
AGT[4]	7526	6987	6497	6836	247	0,254	0,372	0,187
AGS[5]	3581	3289	3011	3151	129	0,177	0,382	0,138
AGMI[6]	3641	3389	3213	3429	124	0,482	0,363	0,332
AGPI[7]	307	304	268	256	10,0	0,019	0,793	0,078
AGPI ω3[8]	23,4	30,1	22,2	24,1	1,31	0,402	0,568	0,781
AGPI ω6[9]	282	272	245	230	9,34	0,017	0,879	0,046
ω6/ω3[10]	12,0	9,67	11,5	10,1	0,48	0,274	0,578	0,016
IA[11]	0,68	0,68	0,63	0,64	0,01	0,145	0,954	0,315
Δ^9 des16[12]	6,00	6,74	5,86	6,21	0,19	0,834	0,606	0,456
Δ^9 des18[13]	72,9	73,9	73,4	75,4	0,67	0,238	0,698	0,450
Elongase	69,2	68,6	70,1	69,3	0,31	0,519	0,898	0,852

[1] 0 (Controle); 10 (10% melaço de soja); 20 (20% melaço de soja); 30 (30% melaço de soja).
[2] EPM = erro padrão da média.
[3] L = efeito linear; Q = efeito quadrático; Con. *vs.* MSO = contraste tratamento controle *vs.* tratamentos com melaço.
[4] AGT = ácidos graxos totais.
[5] AGS = ácidos graxos saturados.
[6] AGMI = ácidos graxos monoinsaturados.
[7] AGPI = ácidos graxos poli-insaturados.
[8] AGPI ω-3 = ácidos graxos poli-insaturados ω3.
[9] AGPI ω6 = ácidos graxos poli-insaturados ω6.
[10] ω6/ω3 = relação entre ácidos graxos ω6 e ω3.
[11] IA = índice de aterogenicidade.
[12] Δ^9 des16 = Δ9 dessaturase 16.
[13] Δ^9 des18 = Δ9 dessaturase 18.

Tabela 7 – Composição centesimal do músculo *Longissimus thoracis et lumborum* (g.100g^{-1}) de cordeiros confinados alimentados com diferentes níveis de melaço de soja.

Item	Níveis de inclusão do MSO[1]					p-valor[3]		
	0	10	20	30	EPM[2]	L	Q	Con. *vs*. MSO
Umidade	70,4	71,3	71,5	71,3	0,23	0,136	0,281	0,126
Matéria mineral	1,28	1,24	1,30	1,28	0,03	0,824	0,843	0,911
Proteína bruta	20,3	20,1	19,9	20,4	0,10	0,882	0,137	0,611
Gordura	7,97	7,36	7,22	6,95	0,25	0,149	0,736	0,185

[1] 0 (Controle); 10 (10% melaço de soja); 20 (20% melaço de soja); 30 (30% melaço de soja).
[2] EPM = erro padrão da média.
[3] L = efeito linear; Q = efeito quadrático; Con. *vs.* MSO = contraste tratamento controle *vs.* tratamentos com melaço.

4 Discussão

Os valores obtidos para os parâmetros de carcaça e características físico-químicas da carne estão próximos aos encontrados na literatura para cordeiros Dorper × Santa Inês (Bezerra et al., 2016; Carvalho et al., 2015). Corroborando com os resultados obtidos, Queiroz et al. (2015), avaliando as características de carne e carcaça de cordeiros Santa Inês abatidos com diferentes espessuras de gordura subcutânea, observaram valores de peso de carcaça quente e área de olho de lombo próximos aos encontrados no presente trabalho, que foram 16,3 kg e 11,6 cm² de média, respectivamente.

Os altos valores de gordura subcutânea e gordura intramuscular no músculo *Longissimus thoracis et lumborum* podem estar associados ao nível de concentrado das dietas, o qual tem grande influência sobre essas características (Majdoub-Mathlouthi et al., 2013). A quantidade de gordura intramuscular na carne geralmente aumenta com a adição de concentrado na dieta em correlação positiva, causado pela maior ingestão de energia e maior produção de propionato no rúmen, o que estimula a síntese de gordura através da grande disponibilidade de glicose no sangue, principal precursor da deposição de gordura intramuscular (Jacques et al., 2011; Ladeira et al., 2018; Mushi et al., 2009). No estudo de Barros et al. (2015), a concentração de lipídios totais no músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros cruzados Dorper × Santa Inês alimentados com concentrações crescentes de glicerina em relação volumoso:concentrado de 52:48 e abatidos entre 9 e 10 meses de idade, chegou a 6,13% no tratamento controle, valor também alto.

No presente estudo, a média máxima para força de cisalhamento foi de 25,7 N, estando abaixo dos valores encontrados por Souza et al. (2016), que ao avaliar dois cruzamentos da raça Dorper × Santa Inês, abatidos com aproximadamente 36 kg de peso corporal, observaram valores para força de cisalhamento abaixo de 3,4 kgf/cm² (~ 33,3 N). Segundo Lawrie (2017), a carne precisa estar abaixo de 3 kgf (~ 29 N) para ter boa aceitação pelo consumidor, logo a carne do presente trabalho se enquadra nesta posição, estando abaixo dos 29 N sendo, portanto, considerada macia e com boa aceitação.

Os baixos valores para força de cisalhamento podem ser relacionados à quantidade de lipídios relativamente alta no músculo. Segundo Starkey et al. (2016) a gordura intramuscular possui relação com a força de cisalhamento no músculo *Longissimus thoracis et lumborum* de cordeiros, e o aumento de 1% dessa gordura pode promover diminuição da força de cisalhamento em 3,9 N.

Segundo Kerry et al. (2002), a palatabilidade da carne também está fortemente relacionada à quantidade de gordura intramuscular, e valores abaixo de 3% mostram redução radical na palatabilidade, enquanto carnes com valores acima de 7,3% foram consideradas muito gordurosas pelos consumidores.

A redução na concentração dos ácidos graxos ω6, C18:2ω6c e C20:4ω6, influenciaram a concentração total de ácidos graxos poli-insaturados, e consequentemente na relação ω6/ω3, dado que a concentração de ω3 não variou.

Apesar dos tratamentos com melaço apresentarem maiores quantidades de alguns ácidos graxos poli-insaturados, o consumo de extrato etéreo teve interferência no resultado, sendo superior no tratamento controle (43,4 g/dia) e reduzindo com a inclusão do melaço (35,4, 30,2 e 30,1 g/dia para 10, 20 e 30%, respectivamente). Por serem dietas de alto concentrado, a alta taxa de passagem aliada ao consumo de extrato etéreo superior no tratamento controle podem ter resultado em maior escape desses ácidos graxos da biohidrogenação, sendo incorporados em maior concentração na carne.

No presente trabalho houve o aumento da concentração de DHA (C22:6ω3) nos tratamentos com melaço de soja, que pode ter ocorrido devido a maior concentração de ácido linoleico (C18:3) nas dietas com melaço, um precursor dos ácidos graxos ω3, como DHA, que está presente em maiores concentrações na soja em relação ao milho (Bezerra et al., 2016; Fonteles et al, 2018).

Há muito tempo se tem relacionado o consumo dos ácidos graxos ω3, principalmente EPA (C20:5ω3) e DHA (C22:6ω3) com a prevenção de doenças cardíacas, metabólicas, inflamatórias e de câncer em humanos (Chikwanha et al., 2018), e os ácidos graxos ω6 como detentores de função fisiológica oposta, associados ao aparecimento de inflamações, trombose, aumento da viscosidade do sangue e vasoconstrição, surgindo a necessidade de manter baixa relação entre esses ácidos graxos na alimentação humana (Simopoulos, 2016). Em consequência

disso, a carne passou a ser considerada uma parcela importante principalmente na manifestação de doenças cardíacas.

Estudos recentes têm questionado a associação do maior consumo de ω6 a malefícios à saúde humana, além da melhor relação ω6/ω3 (Sheppard e Cheatham, 2018; Zhuang et al., 2018). Zhuang et al. (2018) recomendaram o consumo de relações entre 6 e 10 de ω6/ω3 para a população Chinesa, pois não observaram ligação desse consumo com maior taxa de mortalidade, enquanto Sheppard e Cheatham (2018) mostraram a relação de 7 a 11 como segura para a população norte Americana.

Levando em consideração as possíveis relações não prejudiciais dos ácidos graxos ω3 em relação aos ω6, os tratamentos com inclusão do melaço promoveram carnes de melhor qualidade, uma vez que diminuíram a relação ω6/ω3, estando dentro das recomendações de consumo propostas por alguns autores (Sheppard e Cheatham, 2018; Zhuang et al., 2018).

5 Conclusão

A inclusão do melaço de soja em até 30% na dieta para cordeiros em substituição ao milho promoveu resultados semelhantes para os parâmetros de carcaça e carne avaliados, e ainda promove menor relação ω6/ω3, tornando a carne mais saudável para o consumo humano, portanto, pode ser utilizado na alimentação de cordeiros.

6 Referências bibliográficas

Al-Hasani S.M., Hlavac J., Carpenter M.W. (1993) Rapid determination of cholesterol in single and multicomponent prepared foods. **Journal Association of Official Analytical Chemists** 76:902-906.

AMSA (American Meat Science Association) (1995) **Research guidelines for cookery, sensory and instrumental tenderness measurements of fresh meat**. Chicago: National Livestock and Meat Board, 48 p.

AMSA. (American Meat Science Association) (1978) **Guideline for cooking and evaluation of meat**. Chicago: National Livestock and Meat Board, 24 p.

AOAC (16th eds.) (1998) Official methods of analysis of the AOAC International. Whashington: Association of Official Analytical Chemists, 1018 p.

Barros M.C.C., Silva F.F., Silva R.R., Simionato J.I., Guimarães G.S., Silva L.L., Facuri L.M.A.M. Crude glycerin in diets in feedlot wethers. Centesimal composition and fatty acids profile of *longissimus dorsi*. **Semina: Ciências Agrárias**, 36:431-442.

Bezerra L.S., Barbosa A.M., Carvalho G.G.P., Simionato J.I., Freitas Junior J.E., Araújo M.L.G.M.L., Pereira L., Silva R.R., Lacerda E.C.Q., Carvalho B.M.A. (2016) Meat quality of lambs fed diets with peanut cake. **Meat Science** 121:88-95.

Bligh E.G., Dyer W.J. (1959) A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology** 37:911-917.

Carvalho V.B., Leite R.F., Almeida M.T.C., Paschoaloto J.R., Carvalho E.B., Lanna D.P.D., Perez H.L., Van Cleef E.H.C.B., Ezequiel J.M.B., Homem Junior A.C. (2015) Carcass characteristics and meat quality of lambs fed high concentrations of crude glycerin in low-starch diets. **Meat Science** 110:285-292.

Cezar M.F., Wandrick H.S. (2007) Carcaças ovinas e caprinas – Obtenção, avaliação e classificação (Eds.). Uberaba: MG Editora Agropecuária Tropical, 147 p.

Chikwanha O.C.; Vahmani P.; Muchenje V.; Dugan M.E.R.; Mapiye C. Nutritional enhancement of sheep meat fatty acid profile for human health and wellbeing. **Food Research International**, v. 104, p. 25-38, 2018.

Drouillard J.S., Schoenholz C.K., Hunter R.D., Nutsch T.A. (1999) Soy molasses as a feed ingredient for finishing cattle. In.: CATTLEMEN'S DAY, **Proceedings…** Manhattan: Kansas State University, p.89-92.

FAO (2018). **Agricultural outlook 2018-2027**. Disponível em<http://www.agri-outlook.org/commodities/Agricultural-Outlook-2018-Meat.pdf> Acesso em: 15 Set. 2019.

Fernandes A.M.F., Monteiro A.L.G., Poli C.H.E.C., Barros C.S., Almeida R., Ribeiro, T.M.D. (2010) Composição tecidual da carcaça e perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros terminados a pasto ou confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia** 39:1600-1609.

Fernandes G.R., Miguel D.P. (2012) **Detecção dos açúcares da soja**. Uberaba: Caderno de Pós-Graduação da FAZU, 15 p.

Fonteles N.L.O., Alves S.P., Madruga M.S., Queiroga R.R.E., Andrade A.P., Silva D.S., Leal A.P., Bessa R.J.B., Medeiros N.A. (2018) Fatty acid composition of polar and neutral meat lipids of goats browsing in native pasture of Brazilian Semiarid. **Meat Science** 139:149-156.

Frescura R.B.M., Pires C.C., Rocha M.G., Silva J.H.S., Muller L. (2005) Sistemas de alimentação na produção de cordeiros para abate aos 28 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia** 34:1267-1277.

Hamm R. (1986) Functional properties of the miofibrilar system and their measurement. In.: Bechtel PJ **Muscle as food**. Orlando: Academic Press, 459 p.

Houben J.H., Van Dijk A., Eikelenboom G., Hoving-Bolink A.H. Effect of dietary vitamin E supplementation, fat level and packaging on color stability and lipid oxidation in minced beef. **Meat Science**, v. 55 n.3, p. 331–336. pmid:22061291, 2000.

Jacques, J.; Berthiaume, J.; Cinq-Mars, D. Growth performance and carcass characteristics of Dorset lambs fed different concentrates: Forage ratios or fresh grass. **Small Ruminant Research**, v. 95, p. 113-119, 2011.

Ladeira M.M., Schoonmaker J.P., Swanson K.C., Duckett S.K., Gionbelli M.P., Rodrigues L.M., Teixeira P.D. (2018) Review: Nutrigenomics of marbling and fatty acid profile in ruminant's meat. **Animal** 12:1-13.

Lawrie R.A.; Ledward D.A. (2017) Lawrie's Meat Science (8th eds.). Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 732p.

Malau-aduli A.E.O., Siebert B.D., Bottema C.D.K., Pitchford W.S. (1997) A comparison of the fatty acid composition of tryacilglycerols in adipose tissue from Limousin and Jersey cattle. **Australian Journal of Agricultural Research** 48:715–722.

Majdoub-mathlouthi L., Said B., Say A., Kraiem K. (2013) Effect of concentrate level and slaughter body weight on growth performances, carcass traits and meat quality of Barbarine lambs fed oat hay-based diet. **Meat Science** 93:557-563.

Medeiros G.R., Carvalho F.F.R., Batista A.M.V., Dutra Júnior W.M., Santos G.R.A., Andrade D.K.B. (2009) Efeitos dos níveis de concentrado sobre as características de carcaça de ovinos Morada Nova confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia** 38:718-727.

Kerry J.P., Kerry J.F., Ledward D. (2002) Meat processing: Improving quality (1st eds.). Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 480p.

Monteiro Júnior A.S., Prado I.N., Zequila L.M., Branco A.F., Nascimento W.G. (2000) Digestibilidade aparente de dietas contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte proteica em novilhas. **Revista Brasileira de Zootecnia** 29:269-277.

Mushi D.E., Safari J., Mtenga L.A., Kifaro G.C., Eik L.O. (2009) Effects of concentrate levels on fattening performance, carcass and meat quality attributes of Small East African x Norweigan crossbred goats fed low quality grass hay. **Livestock Science** 124:148-155.

Paula C.G. (2015) **Suplementação com melaço de soja na dieta de ovinos: parâmetros sanguíneos, consume, digestibilidade e comportamento ingestivo**. 62 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

Pereira Junior S.A.G., Costa R.V., Castro Filho E.S., Almeida M.T.C., Rodrigues J.L., Feliciano A.L., Barducci R.S., Van Cleef E.C., Ezequiel J.M.B. (2018) Soybean molasses improves texture of meat from feedlot lambs. In.: ASAS-CSAS Annual Meeting & Trade Show. **Proceedings...** Vancouver.

Poli C.H.E.C., Monteiro A.L.G., Barros C.S., Moraes A., Fernandes M.A.M., Piazzetta H.V.L. (2008) Produção de ovinos de corte em quatro sistemas de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 37:666-673.

Pritchard R.H., Bruns K.W. (2003) Controlling variation in feed intake through bunk management. **Journal of Animal Science** 81:133-138.

Queiroz L.O., Santos G.R.A., Macêdo F.A.F., Mora N.H.A.P., Torres M.G., Santana T.E.Z., Macêdo F.G. (2015) Características quantitativas da carcaça de cordeiros Santa Inês abatidos com diferentes espessuras de gordura subcutânea. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** 16:712-722.

Starkey C.P., Geesink G.H., Collins D., Oddy V.H., Hopkins D.L. (2016) Do sarcome length, collagen content, pH, intramuscular fat and desmin degradation explain variation in the tenderness oh three ovine muscles? **Meat Science** 113:51-58.

Sheppard K.W., Cheatham C.L. (2018) Omega-6/omega-3 fatty acid intake of children and older adults in the U.S.: dietary intake in comparison to current dietary recommendations and the Healthy Eating Index. **Lipids in Health and Disease** 17:1-12.

Simopoulos, A.P. Evolutionary aspects of the dietary omega-6/omega-3 fatty acid ratio: medical implications (2016) In.: ALVERGNE A, JENKINSON C, FAURIE C **Evolutionary Thinking in Medicine**. Londres: Springer, 374 p.

Souza D.A., Selaive-Villarroel A.B., Pereira E.S., Silva E.M.C., Oliveira R.L. (2016) Effect of the Dorper breed on the performance, carcass and meat traits of lambs bred from Santa Inês sheep. **Small Ruminant Research** 145:76-80.

Turino V.D.F., Susin I., Pires A.V., Mendes C.Q., Morais J.B., Oliveira Júnior R.C. (2007) Casca de soja na alimentação de cordeiros confinados: desempenho e características da carcaça. **Ciência Animal Brasileira**, Cuiabá 8:495-504.

Ulbricht T.L.V., Southgate D.A.T. (1991) Coronary hert disease: seven dietary factors. **Lancet** 338:985-992.

Van Cleef E.C., Almeida M.T.C., Paschoaloto J.R., Castro Filho E.S., Barducci R.S., Soragni G.P., Zampieri Neto E.A., Ezequiel J.M.B. (2018) Effects of increasing concentrations of soybean molasses on feed intake, growth performance, carcass and meat traits of feedlot lambs. In: ASAS-CSAS Annual Meeting & Trade Show. **Proceedings...** Vancouver.

Zhuang P., Wang W., Wang J., Zhang Y., Jiao J. (2018) Polyunsatured fatty acids intake, omega-6/omega-3 ratio and mortality: Findings from two independent nationwide cohorts. **Clinical Nutrition** 38:848-855.