

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta tese
será disponibilizado somente a partir
de 08/02/2025.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**QUALIDADE DE CARNE E PERFIL TRANSCRIPTÔMICO DE
CORDEIROS ALIMENTADOS COM MELAÇO DE SOJA EM
CONFINAMENTO**

**Sérgio Antônio Garcia Pereira Junior
Zootecnista**

2023

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**QUALIDADE DE CARNE E PERFIL TRANSCRIPTÔMICO DE
CORDEIROS ALIMENTADOS COM MELAÇO DE SOJA EM
CONFINAMENTO**

Sérgio Antônio Garcia Pereira Junior

Orientadora: Profa. Dra. Jane Maria Bertocco Ezequiel

Coorientador: Prof. Dr. Marco Túlio Costa Almeida

Coorientadora: Dra. Márcia Helena Machado Rocha Fernandes

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia (Nutrição e Alimentação Animal).

2023

P436q	Pereira Junior, Sérgio Antonio Garcia Qualidade de carne e perfil transcriptômico de cordeiros alimentados com melaço de soja em confinamento / Sérgio Antonio Garcia Pereira Junior. -- , 2023 120 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, Orientadora: Jane Maria Bertocco Ezequiel Coorientador: Marco Túlio Costa Almeida 1. Nutrição Ruminantes. 2. Qualidade de Carne. 3. Transcriptômica. 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.

REGISTRO DE IMPACTO

O presente trabalho tem como objetivo avaliar o potencial do subproduto melaço de soja em agregar qualidade à carne de cordeiros, na substituição do milho. Uma vez que o milho é um grão nobre que participa de forma ativa na alimentação de outras espécies não ruminantes e na espécie humana. Portanto, estudos que mostrem vantagens na substituição de ingredientes nobres por subprodutos reduz sua competição. Além do mais, estudos anteriores encontraram vantagens na utilização do melaço de soja na dieta dos cordeiros, que tiveram carne mais macia e mais marmorizada, atributos altamente valorizados pelo mercado de carne gourmet. Por estas razões, o estudo em questão possui contribuição na ciência aplicada na forma de utilidade prática, no campo, como também na ciência básica, ao elucidar os mecanismos metabólicos do músculo esquelético influenciados pela manipulação dietética.

IMPACT RECORD

The present study aims to evaluate the potential of soy molasses by-product to enhance the quality of lamb meat when substituting corn. Given that corn is a valuable grain actively used in the diet of non-ruminant species and humans, studies demonstrating advantages in replacing premium ingredients with by-products reduce their competition. Furthermore, previous research has found benefits in using soy molasses in the lamb's diet, resulting in tender and well-marbled meat, which are highly valued attributes in the gourmet meat market. For these reasons, this study contributes to applied science by providing practical utility in the field and also contributes to basic science by elucidating the metabolic mechanisms of skeletal muscle influenced by dietary manipulation.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: QUALIDADE DE CARNE E PERFIL TRANSCRITÔMICO DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM MELAÇO DE SOJA EM CONFINAMENTO

AUTOR: SÉRGIO ANTONIO GARCIA PEREIRA JUNIOR

ORIENTADORA: JANE MARIA BERTOCCO EZEQUIEL

COORIENTADOR: MARCO TÚLIO COSTA ALMEIDA

COORIENTADORA: MÁRCIA HELENA MACHADO DA ROCHA FERNANDES

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em Zootecnia, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. MARCO TÚLIO COSTA ALMEIDA (Participação Virtual)
Universidade Federal do Espírito Santo UFES / AlegreES

Documento assinado digitalmente
gov.br MARCO TULIO COSTA ALMEIDA
Data: 08/02/2023 19:16:22-0300
Verifique em <https://verificador.it.br>

Prof. Dr. MARCOS ROBERTO CHIARATTI (Participação Virtual)
Departamento de Genética e Evolução / Universidade Federal de São Carlos

Documento assinado digitalmente
gov.br MARCOS ROBERTO CHIARATTI
Data: 09/02/2023 07:08:46-0300
Verifique em <https://verificador.it.br>

Prof. Dr. RICARDO PERECIN NOCITI (Participação Virtual)
FZEA/USP / Pirassununga/SP

Documento assinado digitalmente
gov.br RICARDO PERECIN NOCITI
Data: 09/02/2023 12:26:21-0300
Verifique em <https://verificador.it.br>

Profa. Dra. ROSEMARY LAIS GALATI (Participação Virtual)
Universidade Federal de Mato Grosso / Cuiabá/MT

Documento assinado digitalmente
gov.br ROSEMARY LAIS GALATI
Data: 08/02/2023 19:25:41-0300
Verifique em <https://verificador.it.br>

Prof. Assoc. DANILO DOMINGUES MILLEN (Participação Virtual)
Departamento de Produção Animal / FCAT - UNESP - Dracena

Jaboticabal, 08 de fevereiro de 2023

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Sérgio Antonio Garcia Pereira Junior – nascido no dia 24 de outubro de 1993 no município de Cuiabá, capital do estado Mato Grosso. Iniciou o curso de graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Mato Grosso, em 05 de março de 2012. Durante o curso de graduação foi bolsista de monitoria da disciplina Monitoria Comparada dos Animais Domésticos I por um período de um ano e logo após iniciou na pesquisa acadêmica como estagiário voluntário e posteriormente bolsista de iniciação científica em Nutrição e Avaliação de Alimentos para Ruminantes, sob coordenação da Profa. Dra. Rosemary Laís Galati. Em fevereiro de 2017 ingressou no curso de mestrado em Zootecnia na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Jaboticabal-SP, sob orientação da Profa. Dra. Jane Maria Bertocco Ezequiel e coorientação do Prof. Dr. Eric Haydt Castello Branco van Cleef, recebendo o título de mestre em abril de 2019. Em agosto do mesmo ano iniciou o doutorado em Zootecnia na mesma instituição sob orientação da mesma professora e coorientação do Prof. Dr. Marco Túlio Costa Almeida e Dra. Márcia Helena Machado Rocha Fernandes.

Dedico

Aos meus pais, **Sérgio e Elaine,**

que sempre foram meus apoiadores durante todo o processo da
minha formação.

Sem vocês eu não teria chegado até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por sempre me projetar cada vez mais longe.

Aos meus pais, Sérgio e Elaine e minha irmã Maria Eduarda, que nunca deixaram de me apoiar.

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

Aos amigos que também fizeram e muita diferença Edson, Erika, Ingrid Paloma, Julia, Juliana, Kênia, Laís, Marina, Palloma, Rayanne e Rodrigo.

Aos professores e doutores que me auxiliaram na interpretação dos dados de sequenciamento, Prof Marcos Chiaratti e Dr Ricardo Nociti.

Ao Carlos Conte e João que me deram apoio imprescindível na condução do experimento a campo.

Meu sincero agradecimento

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 **"Avaliação do melaço de soja em substituição ao milho sobre a qualidade da carne de cordeiros mestiços terminados em confinamento"**, protocolo nº 002583/20, 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 12 de março de 2020.

Vigência do Projeto	01/04/2020 a 01/04/2022
Espécie / Linhagem	<i>Ovis aries</i>
Nº de animais	40 cordeiros
Peso / Idade	~18 Kg / 2 meses
Sexo	Machos inteiros e castrados
Origem	Aquisição de fazenda comercial

Jaboticabal, 12 de março de 2020.


Profª Drª Fabiana Pilarski
Coordenadora – CEUA

QUALIDADE DA CARNE E PERFIL TRANSCRIPTÔMICO DE CORDEIROS ALIMENTADOS COM MELAÇO DE SOJA EM CONFINAMENTO

RESUMO – O melaço de soja (MSO) é um subproduto da soja com baixo custo e alto rendimento de produção com potencial efeito em agregar qualidade à carne de cordeiros. Portanto, o objetivo com este estudo é investigar o potencial do subproduto sobre os parâmetros de carcaça e qualidade da carne de cordeiros em confinamento, sobretudo seu potencial em regular fatores de transcrição gênica relacionados à deposição de gordura. Foram utilizados quarenta cordeiros machos, sendo vinte não castrados e vinte castrados cirurgicamente e, distribuídos aleatoriamente em duas dietas experimentais (CON – 0 g/kg de MSO e M20 – 200 g/kg de MSO), o período experimental teve duração de 76 dias. No momento do abate foi avaliada a carcaça dos animais e coletado amostras do músculo *Longissimus thoracis* fresco para avaliação do transcriptoma por meio de RNA-seq e amostras de gordura subcutânea e músculo na altura da 12^a costela para avaliação de celularidade de adipócitos. Após refrigeração de 24h, foram coletadas amostras do mesmo músculo de ambos os lados da carcaça para avaliação física e composição química da carne. Os efeitos do MSO foram avaliados de forma separada para cada categoria sexual. A inclusão do MSO não influenciou o desempenho, carcaça e carne dos cordeiros não castrados, contudo aumentou o peso do fígado em proporção ao peso corporal, aumentou a circulação sanguínea de triglicerídeos totais e o tamanho das células adiposas subcutâneas. Enquanto nos animais castrados, o MSO aumentou a circulação de ureia no sangue, reduziu a glicose e aumentou a deposição de gordura subcutânea, bem como o tamanho das suas células adiposas além de melhorar a durabilidade da carne ao reduzir os teores de malonaldeído. O perfil do transcriptoma do músculo nos animais não castrados, demonstraram que a maior circulação de triglicerídeos altera a sinalização à insulina no músculo, enquanto para os cordeiros castrados a inclusão do MSO aumenta a expressão de genes envolvidos no metabolismo da frutose, *HK2*. E a dieta CON aumenta a expressão de genes envolvidos na oxidação lipídica como o *ACOX2* e *LPL*, o que leva a menores deposições de gordura na carcaça em comparação à MS20. Portanto, o efeito do MSO na carne de cordeiros em confinamento neste estudo está mais atrelado a reduções na oxidação lipídica do músculo melhorando o balanço entre síntese e oxidação.

Palavras-chave: Lipogênese, RNA-seq; subproduto.

MEAT QUALITY AND TRANSCRIPTOMIC PROFILE OF LAMBS FED SOYBEAN MOLASSES IN FEEDLOT

ABSTRACT – Soybean molasses (SM) is a soybean by-product with low production cost and high production yield with potential effect in adding quality to lamb meat. Therefore, the aim of this study is to investigate the potential of the by-product on carcass traits and meat quality of feedlot lambs, especially its potential to modulate gene expression related to fat deposition. Forty male lambs were used, twenty non-castrated and twenty surgically castrated and randomly distributed in two experimental diets (CON – 0 g/kg of SM and SM20 – 200 g/kg of SM), the experimental period lasted 76 days. At the time of slaughter, the animals' carcasses were evaluated and samples of fresh *Longissimus thoracis* muscle were collected for transcriptome evaluation by RNA-seq and samples of subcutaneous fat and muscle at the height of the 12th rib for evaluation of adipocyte cellularity. After 24 hours of refrigeration, samples of the same muscle were collected from both sides of the carcass for physical evaluation and chemical composition of the meat. The effects of SM were evaluated separately for each sex category. The inclusion of SM did not influence the performance, carcass traits and meat of non-castrated lambs, however it increased liver weight in proportion to body weight, increased blood circulation of total triglycerides and the size of subcutaneous adipose cells. While in castrated animals, SM increased the circulation of urea seric, decreased glucose and increased subcutaneous fat deposition, as well as the size of their adipose cells, and improved meat shelf life by reducing TBARS content. The profile of the muscle transcriptomic in non-castrated animals demonstrated that the greater circulation of triglycerides alters insulin signaling pathway in the muscle, while for castrated lambs the inclusion of SM increases the gene expression of genes involved in fructose metabolism, as *HK2*. And the CON diet increases the gene expression of genes involved in lipid oxidation such as *ACOX2* and *LPL*, which leads to less fat deposition in the carcass. Therefore, the effect of SM on meat from feedlot lambs in this study is more linked to reductions in muscle lipid oxidation, improving the balance between synthesis and oxidation.

Keywords: By-product, lipogenesis, RNA-seq.

CAPÍTULO 1 – Considerações gerais

1. Produção de carne ovina no Brasil

O sistema de produção de ovinos no Brasil possui rebanho ovino com mais de 20 milhões de cabeças, estimado no ano de 2020, com crescimento modesto nos últimos anos, em que a região Nordeste continua como a mais produtora seguida pela região Sul (IBGE, 2021). Tal crescimento não tem acompanhado a demanda dos consumidores pela carne ovina no país, que atualmente é de 0,6 kg/capita com crescimento de cerca de 1,99% ao ano, levando à importação da carne ovina em volumes anuais de 3 mil ton entre 2019 e 2021, o que demonstra potencial a ser explorado dentro da cadeia de ovinocultura (OECD-FAO, 2022).

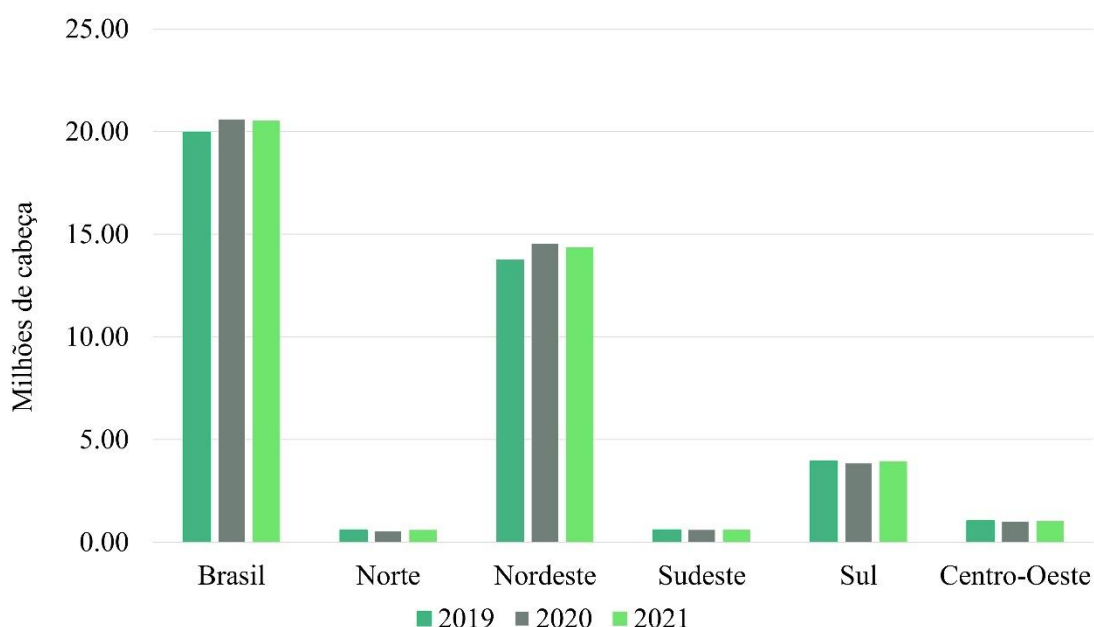


Figura 1 – Crescimento do rebanho efetivo ovino em cabeças de 2019 a 2021 (IBGE)

A categoria animal cordeiros refere-se aos animais jovens, dentes de leite e sem queda das pinças (Vaz, 2007; Gonzaga et al., 2018). Sua carne é considerada exótica, de textura macia e lisa, com coloração rosada e consistência firme. Além de possui concentração média de 143 mg/100g de ácidos graxos poli-insaturados da família ω -3 (Howe et al., 2007), cujas propriedades são amplamente relatadas, como

benefícios contra doenças cardíacas, de pele, asma, artrite, nefrite, esclerose múltipla entre outras (Abedi e Sahara, 2014).

A maior demanda pelo mercado consumidor de carne ovina é justificada pela qualidade nutricional que a carne oferece, atrelada às mudanças no padrão de consumo da população, a exemplo da atenção com a saúde e bem-estar, o qual tem feito o consumidor procurar assiduamente restaurantes ou boutiques especializadas na comercialização de produtos ovinos nos grandes centros, cidades turísticas e litorâneas (Lucene et al., 2018). Além do crescente número de “steak houses” que oferecem carnes e hambúrgueres de carnes diferenciadas, sendo conhecido como mercado gourmet (Leonelli et al., 2016).

Conclusão

A inclusão do MSO na dieta de cordeiros machos castrados aumenta a deposição de gordura na carcaça mediante a redução na oxidação lipídica muscular, evidenciada pela concentração de malonaldeído na carne e corroborada com maiores expressões na dieta CON de genes como *LPL* e *ACOX2*, relacionados com a oxidação de triglicerídeos.

Referências

Alberts B, Johnson A, Lewis J, Raff M, Roberts K, Walter P (2010) **Conversão da energia: Mitocôndrias e Cloroplastos**. In.: Biologia Molecular da Célula. 5th edition. Artmed.

AMSA - American Meat Science Association (1995) **Research guidelines for cookery, sensory evaluation and tenderness measurements of fresh meat**. National Livestock and Meat Board, ChicagoIL.

AMSA American Meat Science Association (2012) **Meat Color Measurement Guidelines**. American Meat Science Association. Champaign, Illinois

AOAC, 1990. Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists (15th ed.). Washington, DC.

AOAC, 1995. Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists (15th ed.). Washington, DC.

Arruda MCG, Almeida MTC, Bertoco JPA, Pereira-Junior SA, Castro-Filho ES, Feliciano AL, Rodrigues JL, Torres RNS, Costa RV, Grilo LMSFSS, Ezequiel JM (2021) Soybean molasses to replace corn for feedlot lambs on growth performance, carcass characteristics, and meat quality. **Translational Animal Science** 5(1), txaa230.

Baik M, Jeong JY, Vu TTT, Piao MY, Kang HJ (2014) Effects of castration on the adiposity and expression of lipid metabolism genes in various fat depots of Korean cattle. **Livestock Science** 168, 168-176.

Biagi Junior CO, Nociti RP, Brotto DB (2021) CeTF: an R/Bioconductor package for transcription factor co-expression networks using regulatory impact factors (RIF) and partial correlation and information (PCIT) analysis. **BMC Genomics** 22, 624

Bitencourt LL (2012) **Substituição de milho moído por milho reidratado e ensilado ou melaço de soja em vacas leiteiras**. 131f. Tese (Doutorado em Nutrição e Produção de Ruminantes) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

Bligh EG, Dyer WJ (1959) A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal Biochemical Physiology** 37 (8), 911–917.

Bonneau M, Weiler U (2019) Pros and cons of alternatives to piglet castration: Welfare, boar taint, and other meat quality traits. **Animals** 9(11), 884.

Broderick GA, Luchini ND, Reynal SM, Varga GA, Ishler VA (2008) Effect on production of replacing dietary starch with sucrose in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science** 91(12), 4801-4810.

Cesar ASM, Regitano LCA, Poleti MD, Andrade SCS, Tizioto PC, Oliveira PSN, Felício AM, do Nascimento ML, Chaves AS, Lanna DPD (2016) Differences in the skeletal muscle transcriptome profile associated with extreme values of fatty acids content. **BMC Genom** 17, 961.

CIE - International Commission on Illumination (2004) Colorimetry technical report. In.: DeFrain JM, Hippen AR, Kalscheur KF, Jardon PW Feeding glycerol to transition dairy cows: Effects on blood metabolites and lactation performance. **Journal of Dairy Science** 87, 4195–4206.

Chen L, Mi H, Li B, Liu Y, Zhou C, Ren A, Zhang G (2021) Offering soybean molasses adsorbed to agricultural by-products improved lactation performance through modulating plasma metabolic enzyme pool of lactating cows. **Food Science & Nutrition** 9(12), 6447-6457.

Detmann E, Costa e Silva LF, Rocha GC, Palma MNN, Rodrigues JPP (2021) **Métodos para Análise de Alimento**. 2nd ed. Suprema: Visconde do Rio Branco, Brazil.

Domínguez R, Pateiro M, Gagaoua M, Barba FJ, Zhang W, Lorenzo JM (2019) A comprehensive review on lipid oxidation in meat and meat products. **Antioxidants** 8(10), 429.

Etherton TD, Thompson EH, Allen CE (1977) Improved techniques for studies of adipocyte cellularity and metabolism. **Journal of Lipid Research** 18(4), 552-557.

Faustman C, Suman SP (2017) **The eating quality of meat: Color**. In.: Lawrie's Meat Science, Woodhead Publishing, p. 329-356.

Fernandez EE, Oltjen JW, Sainz RD (2020) Mitochondrial abundance and function in muscle from beef steers with divergent residual feed intakes. **Animal** 14(3), 560-565.

Gilbert CD, Lunt DK, Miller RK, Smith SB (2003) Carcass, sensory, and adipose tissue traits of Brangus steers fed casein-formaldehyde-protected starch and/or canola lipid. **Journal of Animal Science** 81(10), 2457–2468.

Gozho GN, Krause DO, Plaizier JC (2006) Rumen lipopolysaccharide and inflammation during grain adaptation and subacute ruminal acidosis in steers. **Journal of Dairy Science** 89(11), 4404-4413.

Gravador RS, Pace E, Mooney BR, Jaeger SR, Gkarane V, Fahey AG, Monahan FJ (2018) A consumer study of the effect of castration and slaughter age of lambs on the sensory quality of meat. **Small Ruminant Research** 169, 148-153.

Hall MB (2000). **Neutral Detergent-Soluble Carbohydrates Nutritional Relevance and Analysis**. University of Florida, Gainesville.

Hamm R (1986) **Functional properties of the myofibrillar system and their measurement**. In.: Bechtel, P.J. (Ed.), Muscle as Food Orlando. Academic Press, p. 135–199.

Hapeta P, Szczepańska P, Witkowski T, Nicaud JM, Crutz-Le Coq AM, Lazar Z (2021) The role of hexokinase and hexose transporters in preferential use of glucose over fructose and downstream metabolic pathways in the yeast *Yarrowia lipolytica*. **International Journal of Molecular Sciences** 22(17), 9282.

Houben JH, van Dijk A, Eikelenboom G, Hoving-Bolink AH (2000) Effect of dietary vitamin E supplementation, fat level and packaging on colour stability and lipid oxidation in minced beef. **Meat Science** 55 (3), 331–336.

Lawrence TLJ, Fowler VR (2002) **Compensatory growth**. Growth of farm animals, (Ed. 2), p.229-254.

Liao Y, Smyth GK, Shi W (2019). The R package Rsubread is easier, faster, cheaper and better for alignment and quantification of RNA sequencing reads. **Nucleic Acids Research** 47, e47.

Love MI, Huber W, Anders S (2014) Moderated estimation of fold change and dispersion for RNA-seq data with DESeq2. **Genome Biol** 15, 550

Membrive CMB (2016) **Anatomy and physiology of the rumen**. In.: Rumenology. Millen DD, Arrigoni MDB, Pacheco RDL (Eds.) Springer, p. 1-38

Moharrery A, Larsen MOGENS, Weisbjerg MR (2014) Starch digestion in the rumen, small intestine, and hind gut of dairy cows—A meta-analysis. **Animal Feed Science and Technology** 192, 1-14.

Moon JS, Jin WJ, Kwak JH, Kim HJ, Yun MJ, Kim JW, Kim KS (2011) Androgen stimulates glycolysis for de novo lipid synthesis by increasing the activities of hexokinase 2 and 6-phosphofructo-2-kinase/fructose-2, 6-bisphosphatase 2 in prostate cancer cells. **Biochemical Journal** 433(1), 225-233.

Nagaraja TG, Lechtenberg KF (2007) Acidosis in feedlot cattle. Veterinary Clinics of North America: **Food Animal Practice** 23(2), 333-350.

National Research Council - NRC (2001) **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. (7th ed.). National Academic Press, Washington, DC.

National Research Council - NRC (2007) **Nutrient Requirements of Small Ruminants**. (7th ed.). National Academic Press, Washington, DC.

Pereira Junior SAG (2019) **Melaço de soja na terminação e metabolismo de ovinos em confinamento**. 90 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Unesp, Jaboticabal.

Prior RL (1983) Lipogenesis and adipose tissue cellularity in steers switched from alfalfa hay to high concentrate diets. **Journal of Animal Science** 56(2), 483-492.

Rakita S, Banjac V, Djuragic O, Cheli F, Pinotti L (2021) Soybean molasses in animal nutrition. **Animals** 11(2), 514.

Reverter A, Chan E (2008) Combining partial correlation and an information theory approach to the reversed engineering of gene co-expression networks. **Bioinformatics** 24(21):2491–7.

Reverter A, Hudson N, Nagaraj S, Pérez-Enciso M, Dalrymple B (2010) Regulatory impact factors: unraveling the transcriptional regulation of complex traits from expression data. **Bioinformatics** 26(7):896–904.

Rodrigues JL, Pereira-Junior SAG, Castro Filho ES, Costa RV, Barducci RS, van Cleef EHCB, Ezequiel JMB (2020) Effects of elevated concentrations of soybean molasses on feedlot performance and meat quality of lambs. **Livestock Science** 240, 104155.

Santiago BM, Baldassini WA, Chiaratti MR, Pandey AK, Torrecilhas JA, Torres RN, Neto ORM (2023) Skeletal muscle gene expression and meat quality of F1 Angus–Nellore young steers and bulls feedlot finished. **Livestock Science** 268, 105151.

Seideman SC, Cross HR, Oltjen RR, Schanbacher BD (1982) Utilization of the intact male for red meat production: a review. **Journal of Animal Science** 55(4), 826-840.

Sharifabadi HR, Zamiri MJ, Rowghani E, Bottje WG (2012) Relationship between the activity of mitochondrial respiratory chain complexes and feed efficiency in fat-tailed Ghezel lambs. **Journal of Animal Science** 90(6), 1807-1815.

Silva Sobrinho AG (1999) **Body composition and characteristics of carcass from lambs of different genotypes and ages at slaughter**. Palmerston North. Massey University.

Souza FN, Monteiro AM, dos Santos PR, Sanchez EMR, Blagitz MG, Latorre AO, Figueiredo Neto AM, Gidlund M, Della Libera AM (2011) Antioxidant status and biomarkers of oxidative stress in bovine leukemia virus-infected dairy cows. **Veterinary Immunology and Immunopathology** 143(1-2), 162-166.

Valadares Filho SC, Lopes, SA (2018) CQBAL 4.0. **Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Ruminantes**.

van Cleef E, Almeida M, Paschoaloto J, Castro Filho E, Barducci R, Soragni G, Ezequiel J (2018) PSXV-17 Effects of increasing concentrations of soybean molasses on feed intake, growth performance, carcass and meat traits of feedlot lambs. **Journal of Animal Science** 96:3, 471-471.

Van Der Merwe DA, Brand TS, Hoffman LC (2020) Precision finishing of South African lambs in feedlots: a review. **Tropical Animal Health and Production** 52, 2769-2786.

Vaquerizas J, Kummerfeld S, Teichmann S, Luscombe N. (2009) A census of human transcription factors: function, expression and evolution. **Nat Ver Genet** 10(4):252–63.

Vyncke W (1970) Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fette Seifen Anstrichm** 72:1084–1087.

Zhao JX, Hu J, Zhu MJ, Du M (2011) Trenbolone enhances myogenic differentiation by enhancing β -catenin signaling in muscle-derived stem cells of cattle. **Domestic Animal Endocrinology** 40(4), 222-229.