

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 26/02/2022.

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

**QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS SUPERPRECOSES,
MISTIÇOS NELORE-MONTANA DE DIFERENTES
CLASSES SEXUAIS: UMA ABORDAGEM PROTEÔMICA**

Mariane de Freitas Genari Severino

Zootecnista

2021

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

**QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS SUPERPRECOSES,
MESTIÇOS NELORE-MONTANA DE DIFERENTES CLASSES
SEXUAIS: UMA ABORDAGEM PROTEÔMICA**

Mariane de Freitas Genari Severino

Orientador: Prof. Dr. Otávio Rodrigues Machado Neto

Coorientador: Prof. Dr. Welder Angelo Baldassini

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

2021

S498q	Severino, Mariane de Freitas Genari Qualidade da carne de bovinos superprecoces, mestiços Nelore-Montana de diferentes classes sexuais: uma abordagem proteômica / Mariane de Freitas Genari Severino. – Jaboticabal, 2021 41 p. : Il., tabs. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal Orientador: Otávio Rodrigues Machado Neto Coorientador: Welder Angelo Baldassini 1. Qualidade da carne. 2. Proteoma. 3. Bovino de corte. 4. Classe sexual. 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: QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS SUPERPRECOSES, MISTIÇOS NELORE-MONTANA DE DIFERENTES CLASSES SEXUAIS: UMA ABORDAGEM PROTEÔMICA

AUTORA: MARIANE DE FREITAS GENARI SEVERINO

ORIENTADOR: OTAVIO RODRIGUES MACHADO NETO

COORDENADOR: WELDER ANGELO BALDASSINI

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

Welder Angelo Baldassini

Pós-doutorando WELDER ANGELO BALDASSINI (Participação Virtual)
Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal / FMVZ / UNESP - Botucatu

Welder Angelo Baldassini

Prof. Dr. ERIC HAYDT CASTELLO BRANCO VAN CLEEF (Participação Virtual)
Departamento de Agronomia / UFTM / Iturama/MG

Welder Angelo Baldassini

Prof. Assoc. LUIS ARTUR LOYOLA CHARDULO (Participação Virtual)
Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal / FMVZ - Unesp - Câmpus de Botucatu

Jaboticabal, 26 de fevereiro de 2021

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

MARIANE DE FREITAS GENARI SEVERINO – Nascida na cidade de Catanduva – SP, no dia 29 de outubro de 1992. Filha de Marcos Genari Severino e Maria Minervina de Freitas Genari Severino (*in memoriam*). Zootecnista, graduada pela Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, em 2017. Realizou intercâmbio acadêmico na modalidade graduação sanduíche no período de 2013 a 2014, nos Estados Unidos em parceria com o A.C.E. Language Institute e University of Rhode Island - URI. Trabalhou como Zootecnista na gestão de controles administrativos e zootécnicos em fazendas do Grupo Rezende e Novapec, no Mato Grosso, de 2017 a 2018. Mestre em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Unesp – FCAV, em 2021. Atualmente é doutoranda em Ciência Animal pela mesma Universidade.

“Tenha coragem de seguir seu coração e sua intuição.

De alguma forma, eles já sabem o que você realmente quer se tornar.”

(Steve Jobs)

“Estudar não é um ato de consumir ideias, mas de criá-las e recriá-las.”

(Paulo Freire)

“A essência do conhecimento consiste em aplicá-lo, uma vez possuído.”

(Confúcio)

DEDICO...

À minha mãe Maria Minervina de Freitas Genari Severino, que não participou desta etapa em vida, mas que sempre foi minha maior incentivadora e exemplo a seguir. Agradeço imensamente por tudo, por me ensinar a lutar com fé, paciência, perseverança e determinação para vencer as adversidades da vida. Eu estou aqui por ti, e seu exemplo sempre será meu guia! A saudade e meu amor por ti são eternos minha mãe!

OFEREÇO...

Ao meu pai Marcos Genari Severino, a minha irmã Marina de Freitas Genari Severino, a minha avó Celia Genari, ao meu tio José Luiz Magalhães de Freitas, a minha madrinha Marinete Andrade, ao meu companheiro Wendell Queiroz Leite. Minha imensa gratidão a vocês por todo apoio, incentivo, atenção e amor ao longo dessa jornada. O título é meu, mas a conquista é nossa! Amo vocês!

Aos Professores que ensinam, estimulam o pensamento crítico e incentivam a transformação de seus alunos de alguma maneira... Vocês merecem todo respeito e gratidão!

AGRADECIMENTOS

À Deus, por guiar meu caminho e me permitir chegar até aqui!

À minha família, em especial a minha mãe Maria Minervina (*in memoriam*), meu pai Marcos, minha irmã Marina, minha avó Célia, meu tio José Luiz, minha madrinha Marinete. Muito obrigada por todo apoio, incentivo e ensinamentos ao longo da jornada. Vocês fazem parte desta conquista!

Ao meu companheiro Wendell, por todo apoio, atenção, amor e respeito, em todos os momentos! Agradeço também pela ajuda nas análises laboratoriais e por ser meu parceiro ao longo dessa jornada. Conte sempre comigo! À Neide Alves Queiroz e ao Senhor Bernardino Queiroz de Souza.

Aos amigos pela parceria e amizade, em especial, à Bruna Bianqui, Bruna Smaniotto, Douglas Henrique Silva, Kilmer Oliveira, Larisse Borges, Deusilane Gomes, Lucas Ruiz e Flora Contin. Levo vocês no meu coração!

Ao meu orientador, Dr. Otávio Rodrigues Machado Neto, pela oportunidade de aprendizado e toda confiança depositada para realização desta pesquisa.

Ao meu coorientador, Dr. Welder Angelo Baldassini por todo suporte nas análises iniciais, análise estatística, direcionamento e disponibilidade.

Aos colegas do grupo Nuppec por toda colaboração direta ou indireta.

À toda equipe do Dr. Pedro de Magalhães Padilha, em especial ao Dr. José Cavalcante Souza Vieira, agradeço a parceria e suporte nas análises laboratoriais de proteômica.

Aos Professores, Dr. Luis Artur Loyola Chardulo e Dr. Eric Haydt Castello Branco van Cleef por aceitarem participar das bancas de qualificação e defesa e contribuírem imensamente com seus conhecimentos.

À Dra. Josiane Fonseca Lage e a empresa Trouw Nutrition Brasil pela parceria e apoio à esta pesquisa.

Aos Professores que participaram ao longo da minha trajetória acadêmica e profissional, em especial, ao Dr. Antônio Rodrigues da Silva, Dra. Fernanda Macitelli Benez e Dr. Welton Batista Cabral.

À UNESP e UFMT por me proporcionarem oportunidades e capacitação.

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

E enfim, agradeço a todos que participaram e contribuíram de alguma maneira ao longo dessa jornada. Muito obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 <i>Bovinocultura de corte.....</i>	<i>2</i>
2.2 <i>Classe sexual e imunocastração.....</i>	<i>3</i>
2.3 <i>Proteômica e principais técnicas utilizadas</i>	<i>4</i>
2.4 <i>Proteômica aplicada à qualidade de carne</i>	<i>6</i>
3. MATERIAL E MÉTODOS	9
3.1 <i>Animais e coleta de amostras</i>	<i>9</i>
3.2 <i>Análises físico-químicas.....</i>	<i>10</i>
3.2.1 <i>pH e coloração instrumental</i>	<i>10</i>
3.2.2 <i>Perda por cocção e força de cisalhamento.....</i>	<i>10</i>
3.2.3 <i>Composição centesimal.....</i>	<i>11</i>
3.3 <i>Análise Proteômica</i>	<i>11</i>
3.3.1 <i>Extração e precipitação e das proteínas.....</i>	<i>11</i>
3.3.2 <i>Separação das proteínas por eletroforese bidimensional (2D-PAGE)</i> <i>.....</i>	<i>12</i>
3.3.3 <i>Tratamento de imagem.....</i>	<i>12</i>
3.3.4 <i>Digestão trípica dos spots proteicos e identificação de proteínas por</i> <i>ESI-MS.....</i>	<i>13</i>
3.4 <i>Análise estatística.....</i>	<i>13</i>
4. RESULTADOS	14
4.1 <i>Características de carcaça, composição centesimal e propriedades físico-</i> <i>químicas</i>	<i>14</i>
4.2 <i>Proteômica</i>	<i>16</i>

5. DISCUSSÃO.....	20
5.1 <i>Proteínas associadas ao teor de gordura intramuscular</i>	20
5.1.1 <i>Proteínas de transporte</i>	20
5.1.2 <i>Proteínas do metabolismo de carboidratos</i>	20
5.2 <i>Proteínas associadas à capacidade de retenção de água</i>	21
5.2.1 <i>Proteínas estruturais e metabólicas</i>	21
5.2.2 <i>Proteína de choque térmico e do metabolismo da creatina</i>	22
6. CONCLUSÕES.....	22
7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	23
8. IMPLICAÇÕES	27

ATESTADO

Atesto que o Projeto "Qualidade de carne e perfil proteômico do músculo L.dorsi de novilhas e novilhos imunocastrados." **Protocolo CEUA 0107/2018**, a ser conduzido por Mariane de Freitas Genari Severino, responsável/orientador Otávio Rodrigues Machado Neto, para fins de pesquisa científica/ensino - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal - CONCEA.

Finalidade	PESQUISA CIENTÍFICA
Vigência do projeto	01/01/2019 a 10/03/2020
Nome Comum / Espécie / Linhagem	BOVINA / BOS INDICUS /
Raça	F1 NELORE-MONTANA
Nº de animais machos	14
Nº de animais fêmeas	14
Nº de animais sexo indefinido	0
Peso médio de animais machos	60
Peso médio de animais fêmeas	50
Peso médio de animais sexo indefinido	0
Idade	0 ano(s) e 1 mes(es) e 10 dia(s).
Procedência	Rebanho da FMVZ-UNESP-Botucatu

Projeto de Pesquisa aprovado em reunião da CEUA em 21/06/2018



JOSÉ NICOLAU PRÓSPERO PUOLI FILHO
Presidente da CEUA da FMVZ, UNESP - Campus de Botucatu

QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS SUPERPRECOSES, MISTIÇOS NELORE-MONTANA DE DIFERENTES CLASSES SEXUAIS: UMA ABORDAGEM PROTEÔMICA

RESUMO - Objetivou-se com esta pesquisa identificar proteínas diferencialmente expressas no músculo *Longissimus thoracis et lumborum* (LT) e sua associação com características físico-químicas encontradas da carne maturada de novilhas versus novilhos F1 Nelore-Montana, superprecoces e terminados em confinamento. Foram avaliadas características da carcaça (peso de carcaça quente, rendimento e espessura de gordura subcutânea), composição química (teor de umidade, gordura intramuscular, proteína, colágeno total) e características de qualidade da carne como força de cisalhamento (FC), perdas por cocção, coloração instrumental (L^* ; a^* ; b^*) e pH, considerando-se três tempos de maturação (3, 10, 17 dias *postmortem*). Amostras individuais do músculo LT foram coletadas pré rigor mortis para estudo do proteoma utilizando eletroforese bidimensional (2D-PAGE) e espectrometria de massa por ionização por eletrospray (ESI-MS). Interações entre a classe sexual e o tempo de maturação foram analisadas sobre as características de qualidade da carne. Adicionalmente, estudos de imagem dos géis 2D-PAGE foram avaliados, sendo selecionados “spots” proteicos diferencialmente expressos ($P < 0,05$) para caracterização de proteínas por ESI-MS. Observou-se que o teor de gordura intramuscular (GIM) da carne foi 63,6% maior ($P < 0,01$) nas novilhas comparados aos novilhos. Já as perdas por evaporação (PPE) foram 10,22% menor para as novilhas. No entanto, nenhuma diferença foi observada ($P > 0,05$) sobre as demais características da carne (FC, L^* , a^* , b^* e pH) entre as classes sexuais. No estudo do proteoma muscular, vinte e três proteínas foram identificadas entre os grupos biológicos ($P < 0,05$). Para as novilhas, houve maior expressão de proteínas de ligação (ALVA, GLNG, TF, MYBPC1), metabolismo de carboidratos (ALDOA, GAPDH, PKM), defesa/proteção celular (HSPA8, CA3), metabolismo da creatina (CKM) e contração muscular/regulação (TNNT1, TNNT2). Esses resultados possivelmente refletem maior capacidade oxidativa em relação aos novilhos. Nestes, houve maior expressão de proteínas relacionadas à contração muscular/regulação (ACTA1, TPM2, TNNT3), ao metabolismo de carboidratos (ENO1, ENO3, PYGM, PGM1, TPI1) e de energia (ATP5F1B, PEBP1, AK1). Os resultados indicam antecipação do *rigor mortis* no músculo dos novilhos. A identificação de diferenças de expressão proteica por abordagem proteômica (2D-PAGE + ESI-MS) foram associadas ao metabolismo energético e melhor resposta ao estresse oxidativo dos animais, auxiliando na compreensão das diferenças fenotípicas observadas na qualidade da carne. Os resultados do proteoma foram associados ao maior teor de GIM e, possivelmente, a capacidade de retenção de água do tecido muscular das novilhas em comparação a machos castrados.

Palavras-chave: Carcaça, classe sexual, espectrometria de massas, maturação, 2D-PAGE

MEAT QUALITY OF YOUNG NELORE-MONTANA CROSSBREED CATTLE FROM DIFFERENT SEXUAL CLASSES: A PROTEOMIC APPROACH

ABSTRACT - The objective of this research was to identify differentially expressed proteins in the *Longissimus thoracis et lumborum* (LT) muscle and its association with physico-chemical characteristics of aged meat for young F1 Nelore-Montana heifers and steers finished in feedlot. Carcass characteristics (hot carcass weight, yield, and backfat thickness), chemical composition (moisture content, intramuscular fat, protein, total collagen) and meat quality characteristics such as shear force (SF), cooking loss (CL), instrumental color (L^* ; a^* ; b^*) and pH, considering three aging time (3, 10, 17 days *post-mortem*) were evaluated. Individual samples of LT muscle were collected pre rigor mortis to study the proteome using two-dimensional electrophoresis (2D-PAGE) and electrospray ionization mass spectrometry (ESI-MS). Interactions between sexual class and aging time were analyzed on the meat quality characteristics. Additionally, image studies of 2D-PAGE gels were evaluated with differentially expressed protein spots ($P < 0.05$) being selected for protein characterization by ESI-MS. Intramuscular fat content (IMF) was 63.6% higher ($P < 0.01$) in the meat of heifers compared to steers. Evaporative losses (EL) were 10.22% lower for heifers. However, no difference was observed ($P > 0.05$) regarding to other characteristics of the meat (SF, L^* , a^* , b^* and pH) between sexual classes. In the study of muscle proteome, twenty-three proteins were identified between biological groups ($P < 0.05$). In heifers, there was a higher expression of binding proteins (ALVA, GLNG, TF, MYBPC1), carbohydrate metabolism (ALDOA, GAPDH, PKM), defense/protection cellular (HSPA8, CA3), creatine metabolism (CKM) and muscle contraction/regulation (TNNT1, TNNI2). These results possibly reflect a greater oxidative capacity compared to steers. In these, there was a higher expression of proteins related to muscle contraction/regulation (ACTA1, TPM2, TNNT3), carbohydrate metabolism (ENO1, ENO3, PYGM, PGM1, TPI1) and energy (ATP5F1B, PEBP1, AK1). These results indicate anticipation of rigor mortis in steers. The identification of differences in protein expression by a proteomic approach (2D-PAGE + ESI-MS) were associated with energy metabolism and better response to oxidative stress leading to understanding the phenotypic differences observed in meat quality. Proteome results were associated with a higher IMF content and, possibly water holding capacity in the muscle tissue of heifers compared to steers.

Keywords: Aging, carcass, mass spectrometry, sexual class, 2D-PAGE

1. INTRODUÇÃO

A carne é um alimento de grande importância para a saúde humana, pois fornece proteínas de alto valor biológico, vitaminas, minerais, entre outros nutrientes (Klurfeld, 2018). A qualidade da carne é afetada pelos mecanismos bioquímicos e metabólicos que ocorrem durante a transformação músculo-carne. Esses incluem principalmente redução do pH, degradação de proteínas miofibrilares, oxidação e modificação pós-traducional de proteínas (Huang et al., 2020).

Embora amplamente pesquisados, alguns desses mecanismos não são completamente compreendidos, e desenvolver estudos sobre o processo bioquímico e molecular é fundamental (Nair e Zhai, 2020). A proteômica tem sido amplamente utilizada para identificação de proteínas relacionadas às características de qualidade da carne, posto que as proteínas são os principais constituintes do tecido muscular e responsáveis pela regulação das rotas metabólicas (D'Alessandro e Zolla, 2013; Lana e Zolla, 2017).

Estudos recentes sobre qualidade de carne com abordagem proteômica avaliaram diferentes características como maciez, marmoreio e capacidade de retenção de água (Di Luca et al., 2011; Baldassini et al., 2015; Rodrigues et al., 2017; Poleti et al., 2018; Picard et al., 2019; Silva et al., 2019). Entretanto, não existe estudo na literatura sobre qualidade da carne de novilhas e novilhos sobre o modelo de produção superprecoce e por uma perspectiva proteômica.

A classe sexual bovina é um fator importante no sistema produtivo, já que o crescimento e deposição dos tecidos exercem efeito sobre as características de carcaça e carne desses animais (D'occhio et al., 2001). Nesse contexto, nossa hipótese foi que as diferenças obtidas na carne maturada de novilhas e novilhos, em teor de gordura intramuscular e capacidade de retenção de água, podem ser explicadas pelas proteínas diferencialmente expressas no músculo *Longissimus thoracis et lumborum* (LT). Assim, objetivou-se identificar proteínas diferencialmente expressas no músculo LT, e sua associação às diferenças físico-químicas encontradas na carne maturada de novilhas e novilhos F1 Nelore-Montana, superprecoces e terminados em confinamento.

6. CONCLUSÕES

O padrão de expressão das proteínas de transporte (ALVA e GLNG), metabolismo de carboidratos (ALDOA, GAPDH, PKM, CA3), defesa celular (HSPA8) e glicogenólise (PYGM e PGM1) sugerem maior capacidade oxidativa e menor atividade glicolítica no músculo das novilhas. Isto indica maior eficiência energética e melhor resposta ao estresse que corroboram os resultados obtidos em maior teor de gordura intramuscular e, possivelmente, sobre a capacidade de retenção de água da carne das novilhas.

7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **Perfil da Pecuária no Brasil**. Relatório anual. São Paulo, 2020.

American Meat Science Association (AMSA). **Research Guidelines for Cookery, Sensory Evaluation, and Instrumental Tenderness Measurements of Meat**, 2015.

ANDERSON, S. Determination of Fat, Moisture, and Protein in Meat and Meat Products by Using the FOSS FoodScan™ Near-Infrared Spectrophotometer with FOSS Artificial Neural Network Calibration Model and Associated Database: Collaborative Study, **Journal of AOAC International**, v. 90, p. 1073–1083, 2007.

BALDASSINI, W. A. **Abordagem bioanalítica e físico-química da qualidade de carne em bovinos Nelore (*Bos indicus*) selecionados para produção**. 2013. 58 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2013.

BALDASSINI, W. A.; BRAGA, C. P.; CHARDULO, L. A.; VASCONCELOS SILVA, J. A.; MALHEIROS, J. M.; ALBUQUERQUE, L. G.; FERNANDES, T. T.; PADILHA, P. M. Bioanalytical methods for the metalloproteomics study of bovine longissimus thoracis muscle tissue with different grades of meat tenderness in the Nellore breed (*Bos indicus*). **Food Chemistry**, v. 169, p. 65-72, 2015.

BALDASSINI, W. A.; CHARDULO, L. A. L.; SILVA, J. A. V.; MALHEIROS, J. M.; DIAS, V. A. D.; ESPIGOLAN, R.; BALDI, F. S.; ALBUQUERQUE, L. G.; FERNANDES, T. T.; PADILHA, P. M. Meat quality traits of Nellore bulls according to different degrees of backfat thickness: A multivariate approach, **Animal Production Science**, v. 57, p. 363–370, 2017.

BERANOVA-GIORGIANNI, S. Proteome analysis by two-dimensional gel electrophoresis and mass spectrometry: strengths and limitations. **Trends in Analytical Chemistry**, v. 22, n. 5, p. 273-281, 2003.

BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. **New concepts of cattle growth**. Sydney: Sydney University Press, 1976. 240 p.

CAÑEQUE, V.; PÉREZ, C.; VELASCO, S.; DÍAZ, M. T.; LAUZURICA, S.; ÁLVAREZ, I.; RUIZ DE HUIDOBRO, F.; ONEGA, E.; DE LA FUENTE, J. Carcass and meat quality of light lambs using principal component analysis. **Meat Science**, v. 67, p. 595–605, 2004.

CARVALHO, M. E.; GASPARIN, G.; POLETI, M. D.; ROSA, A. F.; BALIEIRO, J. C. C.; LABATE, C. A.; NASSU, R. T.; TULLIO, R. R.; REGITANO, L. C. A.; MOURÃO, G. B.; COUTINHO, L. L. Heat shock and structural proteins associated with meat tenderness in Nellore beef cattle, a *Bos indicus* breed. **Meat Science**, v. 96, n. 3, p. 1318–1324, 2014.

CARVALHO, T. B.; ZEN, S. A cadeia de Pecuária de Corte no Brasil: evolução e tendências. **Revista IPecege**, 3 (1), p. 85-99, 2017.

- CHEN, S.; HARMON, A. C. Advances in plant proteomics. **Proteomics**, v. 6, p. 5504-5516, 2006.
- COLEMAN, S. W.; EVANS, B. C.; GUENTHER, J. J. Body and carcass composition of Angus and Charolais steers as affected by age and nutrition. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. 1, p. 86-95, 1993.
- CUNSOLO, V.; MUCCILLI, V.; SALETTI, R.; FOTI, S. Mass spectrometry in food proteomics: a tutorial. **Journal of Mass Spectrometry**, v. 49, n. 9, p. 768-784, 2014.
- D'OCCHIO, M. J.; ASPDEN, W. J.; TRIGG, T. E. Sustained testicular atrophy in bulls actively immunized against GnRH: potential to control carcase characteristics. **Animal Reproduction Science**, v. 66, n. 1-2, p. 47-58, 2001.
- D'ALESSANDRO, A.; ZOLLA, L. Meat science: From proteomics to integrated omics towards system biology. **Journal of Proteomics**, 2012.
- DI LUCA, A.; MULLEN, A. M.; ELIA, G.; DAVEY, G.; HAMILL, R. M. Centrifugal drip is an accessible source for protein indicators of pork ageing and water-holding capacity. **Meat Science**, v. 88, p. 261-270, 2011.
- ENCARNAÇÃO, R. O.; SILVA, J. M. Produção de novilho superprecoce. **Embrapa Gado de Corte-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 1997.
- ESCOBAR, H.; MIRANDA, L. Depois do genoma, a corrida pelo proteoma. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 2001.
- EUCLIDES FILHO, K. **O melhoramento genético e os cruzamentos em bovino de corte**. 1.reimp. Campo Grande: EMBRAPA: CNPGC, 1997. 35p. (EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 63).
- EVANS, T. W. Review article: albumin as a drug-biological effects of albumin unrelated to oncotic pressure. **Alimentary Pharmacology and Therapeutics**, v. 16, p. 6-11, 2002.
- FREITAS, A.K.; RESTLE, J.; PACHECO, P. S.; PÁDUA, J. T.; LAGE, M. E.; MIYAGI, E. S.; SILVA, G. F. R. Características de carcaças de bovinos Nelore inteiros vs castrados , em duas idades, terminados em confinamento. **Brazilian Journal of Animal Science**, v. 37, p. 1055-1062, 2008.
- GIRON, P.; DAYON, L.; SANCHEZ, J. Cysteine tagging for MS-based proteomics. **Mass Spectrometry Rev.**, v. 30, p. 366-395, 2011.
- GORNALL, A. G.; BARDAWILL, C. J.; DAVID, M. M. Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 177, p. 751-766, 1949.
- GUERRERO, A.; SAÑUDO, C.; ALBERTI, P.; RIPOLLI, G.; CAMPO, M. M.; OLLETA, J. L.; PANEA, B.; KHLIJI, S.; SANTOLARIA, P. Effect of production system before the finishing period on carcass, meat and fat qualities of beef. **Animal**, v. 7, p. 2063-2072, 2013a.
- HECK, A. J. R.; VAN DEN HEUVEL, R. H. H. **Mass Spectrometry Reviews**, v. 23, p. 368-389, 2004.

HUANG, C.; HOU, C.; IJAZ, M.; YAN, T.; LI, X.; LI, Y.; ZHANG, D. Proteomics discovery of protein biomarkers linked to meat quality traits in post-mortem muscles: Current trends and future prospects: A review, **Trends in Food Science & Technology**, 2020.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. 2008. **Clínica bioquímica de animais domésticos**. 6ª ed. Academic Press, San Diego.

KIM, N. K.; CHO, S.; LEE, S. H.; PARK, H. R.; LEE, C. S.; CHO, Y. M.; CHOY, Y. H.; YOON, D.; IM, S. K.; PARK, E. W. Proteins in *longissimus* muscle of Korean native cattle and their relationship to meat quality. **Meat Science**, v. 80, p.1068–1073, 2008

KLURFELD, D. M. What is the role of meat in a healthy diet? **Animal Frontiers**, v. 8, n. 3, p. 5–10, 2018.

KORMUTÁK, A.; SALAJ, T.; VOOKOVÁ, B. Storage protein dynamics in zygotic and somatic embryos of white fir. **Biologia Bratislava**, v. 61, p. 479-485, 2006.

KÜLTZ, D. Review Evolution of the cellular stress proteome: from monophyletic LANA, A.; ZOLLA, L. Proteolysis in meat tenderization from the point of view of each single protein: a proteomic perspective. **Journal of Proteomics**, 2016.

LANÇAS, F. M.; SILVA, J. C. R.; BICUDO, R. C.; NETO, B. M. A química analítica do proteoma. **Analytica**, v. 6, p. 60-66, 2003.

LAWRIE, R.; LEDWARD, D. **Lawrie's meat science (7th ed.)**, Cambridge: Woodhead Publishing Limited, England, 2006.

LOHMAN, T. G. Biological variation in body composition. **Journal of Animal Science**, v. 32, n. 4, p. 647-653, 1971.

LOO, J. A. **International Journal of Mass Spectrometry**, v. 200, p. 175-186, 2000.

LUCHIARI FILHO, A. **A pecuária da carne bovina**. São Paulo: A. Luchiari Filho, 2000. 134 p.

MOREIRA, A. D.; SIQUEIRA, G. R.; LAGE, J. F.; BENATTI, J. M. B.; MORETTI, M. H.; MIGUEL, G. Z.; OLIVEIRA, I. M.; RESENDE, F. D. Castration methods in crossbred cattle raised on tropical pasture. **Animal Production Science**, v. 58, n. 7, p. 1307, 2018.

NAIR, M. N.; ZHAI, C. Aplicação de ferramentas proteômicas na avaliação da qualidade da carne. **Meat Quality Analysis**, p. 353–368, 2020.

ODONNELLA, R. Milk proteomics. **International Dairy Journal**, v. 14, n. 12, p. 1013-1023, 2004.

OLIVEIRA, H. F.; MAGNABOSCO, C. U.; BORGES, A. M. S. M. **Nelore: base genética e evolução seletiva no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2002. 54p.

OLIVO, R. **O mundo das carnes: ciência, tecnologia & mercado**. 3.ed. Criciúma: Ed. do autor, 2006. 214p.

OWENS, F. N.; DUBESKI, P.; HANSON, C. F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 3138-3150, 1993.

PAREDI, G.; MORI, F.; DE MARINO, M. G.; RABONI, S.; MARCHI, L.; GALATI, S.; BUSCHINI, A.; FIEGO, D. P. L.; MOZZARELLI, A. Is the protein profile of pig *Longissimus dorsi* affected by gender and diet? **Journal of Proteomics**, 2019.

PARK, O. K. Proteomic Studies in Plants. **Journal of Biochemistry and Molecular Biology**, v. 37, p. 133-138, 2004.

PAS, M.; LEBRET, B.; OKSBJERG, N. Measurable biomarkers linked to meat quality from different pig production systems. **Archives Animal Breeding**, v. 60, p. 271-283, 2017.

PICARD, B.; GAGAOUA, M.; AL JAMMAS, M.; BONNET, M. Beef tenderness and intramuscular fat proteomic biomarkers: Effect of gender and rearing practices. **Journal of Proteomics**, v. 200, p. 1-10, 2019.

POLETI, M. D.; REGITANO, L. C. A.; SOUZA, G. H. M. F.; CESAR, A. S. M.; SIMAS, R. C.; SILVA-VIGNATO, B.; OLIVEIRA, G. B.; ANDRADE, S. C. S.; CAMERON, L., C.; COUTINHO, L. L. *Longissimus dorsi* muscle label-free quantitative proteomic reveals biological mechanisms associated with intramuscular fat deposition. **Journal of Proteomics**, v. 179, p. 30-41, 2018.

PURCHAS, R. W. Effect of sex and castration on growth and composition. In: PEARSON, A.J.; DUTSON, T. R. **Growth regulation in farm animals**: advances in meat research. 7. ed. London: Elsevier Applied Science, 1991. p. 203-254.

RISON, S. C. G.; HODGMAN, T. C.; THORNTON, J. M. Comparison of functional annotation schemes for genomes. **Functional & Integrative Genomics**, v. 1, p. 56-69, 2000.

ROÇA, R. O.; HOE, F.; ARAÚJO, A. P.; BORGES, Q. P.; COSTA, D.; ANDRADE, E. N.; ATHAYDE, N. B.; DELBEM, N. L. C.; GIRAO, L. V. C.; SIGARINI, C.; NETO, A. P. Imunocastração de bovinos criados em pasto: composição centesimal e propriedades sensoriais da carne. In: Congresso Brasileiro de medicina veterinária, 1, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: COMBRAVET, 2011.

RODRIGUES, R. T. S.; CHIZZOTTI, M. L.; VITAL, C. E.; BARACAT-PEREIRA, M. C.; BARROS, E.; BUSATO, K. C.; GOMES, R. A.; LADEIRA, M. M.; MARTINS, T. S. Differences in Beef Quality between Angus (*Bos taurus taurus*) and Nellore (*Bos taurus indicus*) Cattle through a Proteomic and Phosphoproteomic Approach. **PLOS ONE**, v. 12, n. 1, 2017.

SHEN, Y. N.; KIM, S. H.; YOON, D. H.; LEE, H. G.; KANG, H. S.; SEO, K. S. Proteome Analysis of Bovine *Longissimus dorsi* Muscle Associated with the Marbling Score. **Asian-Australas Journal of Animal Science**, v. 25, n. 8, p. 1083-8, 2012.

SILVA, L. H. P.; RODRIGUES, R. T. S.; ASSIS, D. E. F.; BENEDETI, P. D. B.; DUARTE, M. S.; CHIZZOTTI, M. L. Explaining meat quality of bulls and steers by differential proteome and phosphoproteome analysis of skeletal muscle. **Journal of Proteomics**, v. 199, p. 51-66, 2019.

SMITH, S. B.; CROUSE, J. D. Relative contributions of acetate, lactate and glucose to lipogenesis in bovine intramuscular and subcutaneous adipose tissue. **Journal of Nutrition**, v. 114, p. 792-800, 1984.

SUMÁRIO de touros Montana 2020. São José do Rio Preto: Programa Montana Pecuária, 2020. 44p.

VIEIRA, J. C. S. **Estudo metaloproteômico do mercúrio em amostras de tecido hepático de peixes coletados na área de influência do AHE JIRAU - Bacia do rio Madeira.** 2014. 92 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências de Botucatu, 2014.

WASINGER, V. C.; CORDWELL, S. J.; CERPA-POLJAK, A.; YAN, J. X.; GOOLEY, A. A.; WILKINS, M. R.; DUNCAN, M. W.; HARRIS, R.; WILLIAMS, K. W.; HUMPHERY-SMITH, I. Progress with gene-product mapping of the Mollicutes: *Mycoplasma genitalium*. **Electrophoresis**, v. 16, p. 1090-1094, 1995.

WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M.; CUNDIFF, L. V.; DIKEMAN, M. E. Effects of cooking and shearing methodology on variation in Warner-Bratzler shear force values in beef. **Journal of Animal Science**, v. 72, p. 2325–2330, 1994.

WU, W.; YU, Q. Q.; FU, Y.; TIAN, X. J.; JIA, F.; LI, X. M.; DAI, R. T. Towards muscle-specific meat color stability of Chinese Luxi yellow cattle: A proteomic insight into post-mortem storage. **Journal of Proteomics**, v. 147, p. 108-118, 2016.

ZHANG, Y. Y.; ZAN, L. S.; WANG, H. B.; XIN, Y. P.; ADOLIGBE, C. M.; UJAN, J. A. Effect of sex on meat quality characteristics of Qinchuan cattle. **African Journal of Biotechnology**, v. 9, p. 4504-4509, 2010.

8. IMPLICAÇÕES

Este estudo é pioneiro em qualidade de carne e caracterização do proteoma muscular de novilhas e novilhos Nelore-Montana, superprecoces e terminados em confinamento.

Os resultados obtidos servem como base para pesquisa, desenvolvimento e validação de biomarcadores preditivos com enfoque em teor de gordura intramuscular e capacidade de retenção de água contribuindo para o meio científico, indústria da carne e melhoramento genético animal.

Em sistema intensivo de produção com animais jovens sobre as mesmas condições, a produção de novilhas resulta em maior deposição de gordura intramuscular e capacidade de retenção de água que influenciam na suculência e sabor da carne. Os criadores podem escolher a classe sexual conforme o objetivo de produção e recursos disponíveis.