

RESSALVA

Atendendo a solicitação do autor, o
arquivo completo desta dissertação
será disponibilizado somente a
partir de 29/07/2028.

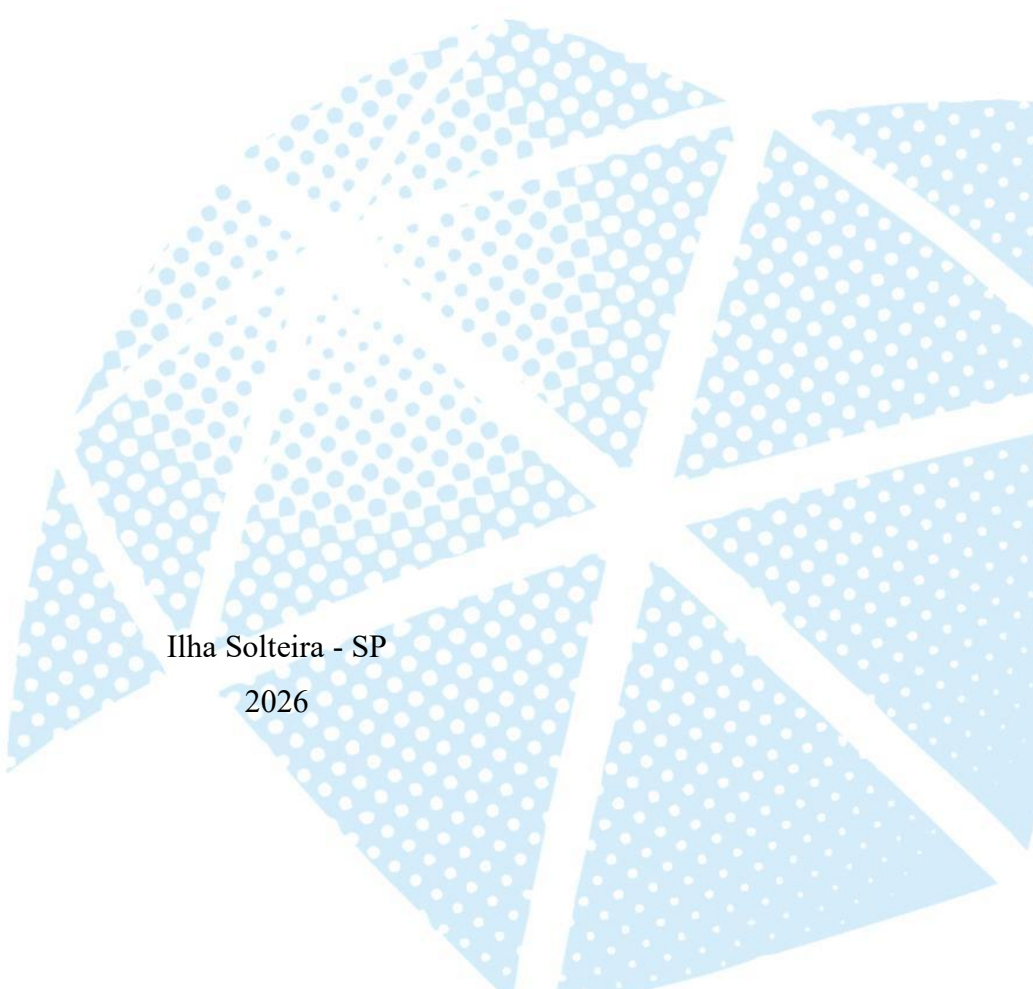
**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

JOÃO VITOR CABIANCA CABRAL DE VASCONCELLOS

**CASTRACÃO AO NASCIMENTO EM BOVINOS F1 ANGUS × NELORE: EFEITOS
SOBRE O DESEMPENHO PRODUTIVO, CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E
QUALIDADE DE CARNE EM SISTEMA A PASTO**

Ilha Solteira - SP

2026



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA ANIMAL

JOÃO VITOR CABIANCA CABRAL DE VASCONCELLOS

**CASTRACÃO AO NASCIMENTO EM BOVINOS F1 ANGUS × NELORE: EFEITOS
SOBRE O DESEMPENHO PRODUTIVO, CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E
QUALIDADE DE CARNE EM SISTEMA A PASTO**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – Unesp, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Animal.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Montanher Polizel

Ilha Solteira - SP

2026

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvida pela Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação

- V331c Vasconcellos, João Vitor Cabianca Cabral de.
Castração ao nascimento em bovinos F1 Angus × Nelore: efeitos sobre o desempenho produtivo, características de carcaça e qualidade de carne em sistema a pasto / João Vitor Vasconcellos Cabianca Cabral de. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2026
59 f. : il.
- Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Produção Animal, 2026
- Orientador: Daniel Montanher Polizel
Inclui bibliografia
1. Castração precoce. 2. Bovino. 3. Cruzamento. 4. Pastagem. 5. Terminação Intensiva. 6. Novilhos.

IMPACTO POTENCIAL DESTA PESQUISA

Este estudo contribui para o avanço da produção de bovinos de corte ao avaliar os efeitos da castração ao nascimento sobre desempenho, características de carcaça e qualidade de carne, gerando subsídios técnicos para decisões mais eficientes, sustentáveis e alinhadas às exigências do mercado e do bem-estar animal.

POTENTIAL IMPACT OF THIS RESEARCH

This study contributes to advances in beef cattle production by evaluating the effects of castration at birth on performance, carcass traits and meat quality, providing technical support for more efficient and sustainable decision-making aligned with market demands and animal welfare.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: CASTRAÇÃO AO NASCIMENTO EM BOVINOS F1 ANGUS X NELORE: efeitos sobre o desempenho produtivo, características de carcaça, qualidade de carne e viabilidade econômica em sistema a pasto

AUTOR: JOÃO VITOR CABIANCA CABRAL DE VASCONCELLOS

ORIENTADOR: DANIEL MONTANHER POLIZEL

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



Documento assinado digitalmente
DANIEL MONTANHER POLIZEL
Data: 29/07/2026 11:21:13-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. DANIEL MONTANHER POLIZEL (Participação Presencial)

Departamento de Biologia e Zootecnia / UNESP / Câmpus de Ilha Solteira - FEIS



Documento assinado digitalmente
RODRIGO SILVA GOULART
Data: 31/07/2026 12:35:50-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof.Dr. RODRIGO SILVA GOULART (Participação Virtual)

Departamento de Zootecnia / Universidade de São Paulo - USP



Documento assinado digitalmente
SAULO DA LUZ E SILVA
Data: 31/07/2026 16:23:20-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. SAULO DA LUZ E SILVA (Participação Virtual)

Departamento de Zootecnia / Universidade de São Paulo - USP

Ilha Solteira, 29 de julho de 2026.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

João Vitor Cabianca Cabral de Vasconcellos, nascido em 14 de novembro de 1995, em Campinas, SP, é graduado em Medicina Veterinária (2019) pela Universidade de São Paulo, campus de Pirassununga, pela Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA). Desde 2019, atua como médico-veterinário na Querência Agropecuária, com ênfase nas áreas de reprodução, nutrição, manejo e melhoramento genético de bovinos. Em 2025 ingressou como aluno regular do Programa Interunidades de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Animal (PPGCTA).

Dedico essa dissertação a minha família, que sempre esteve ao meu lado, me apoiando incondicionalmente em todos os momentos. Pelo incentivo constante, pela confiança e por serem minha base em cada etapa desta jornada. A vocês, que tornaram tudo isso possível, minha eterna gratidão.

AGRADECIMENTOS

À minha família, minha base e meu maior alicerce, por sempre estarem ao meu lado, me apoiando, incentivando e acreditando em mim, mesmo nos momentos mais difíceis. Tudo o que sou e conquisto tem vocês como essência.

Aos amigos que estiveram presentes ao longo dessa jornada, por compartilharem comigo os desafios, aprendizados e conquistas, tornando cada etapa mais leve, especial e inesquecível.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Daniel Montanher Polizel, pela confiança, paciência, orientação e por todos os ensinamentos transmitidos ao longo desse caminho, fundamentais para a realização deste trabalho.

À Querência Agropecuária e a toda sua equipe, por abrirem as portas, pelo apoio, parceria e por toda ajuda na condução deste experimento.

Ao grupo de estudos RUMINE, pela troca de conhecimentos, apoio constante e por todo auxílio na execução deste trabalho, tornando essa trajetória ainda mais enriquecedora.

Ao Programa Interunidades de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Animal (PPGCTA), pela oportunidade de crescimento acadêmico e profissional.

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

“Uma pessoa que nunca cometeu um erro, nunca tentou nada de novo” (Albert Einstein).

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada **Castração de bezerros ½ Angus × Nelore no nascimento sobre o desempenho, parâmetros de carcaça e qualidade de carne** registrada sob o nº 237725/2026 sob a responsabilidade do **Prof. Dr. Daniel Montanher Polizel**, que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de **pesquisa**, encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 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), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS- CEUA da Faculdade de Engenharia da UNESP, Câmpus de Ilha Solteira, em reunião de 19/03/26.

Ilha Solteira, 24 de março de 2026



Profª. Dra. Marcos Chiquitelli Neto

Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais

ANEXO I

Finalidade	() Ensino (x) Pesquisa
Vigência da Autorização	01/03/2026 a 30/01/2028
Espécie/Linhagem/Raça	Bovinos/½ Angus × Nelore
Número de Animais	84
Peso/Idade	30 kg/1 dia
Sexo	Macho
Origem	Fazenda Querência, em Três Lagoas-MS(-20.8714915, -51.9918517).
Local de realização das atividades	Manutenção dos animais na localidade de origem com posterior abate em frigorífico

RESUMO

Os efeitos de longo prazo da castração ao nascimento em sistemas tropicais intensivos a pasto ainda são pouco conhecidos. Objetivou-se avaliar os efeitos da castração realizada nas primeiras 24 h de vida sobre o desempenho produtivo, as características de carcaça, a qualidade da carne de bovinos F1 Angus × Nelore do nascimento ao abate. Foram utilizados 84 bezerros provenientes do mesmo rebanho, distribuídos sequencialmente para permanecerem inteiros ($n = 43$) ou serem castrados com anel elástico ($n = 41$), mantendo-se equilíbrio quanto às origens paterna e materna e ao peso ao nascimento. Após a desmama, os animais foram conduzidos em sistema intensivo de recria e terminação a pasto, em pastagens de *Urochloa brizantha* cv. Marandu sob lotação rotacionada e suplementação concentrada. Os dados de variáveis mensuradas individualmente foram analisados por modelos lineares mistos no procedimento MIXED do SAS, e as diferenças foram consideradas significativas quando $P \leq 0,05$. A castração não alterou o desempenho pré-desmama. Após a desmama, os machos inteiros apresentaram maior ganho médio diário, resultando em maior peso corporal final (602,62 vs. 545,37 kg), peso de carcaça quente (332,52 vs. 293,72 kg) e rendimento de carcaça quente (55,18 vs. 53,84%; $P < 0,0001$). Os castrados apresentaram maior acabamento de carcaça ($P < 0,0001$) e menor força de cisalhamento Warner–Bratzler (30,65 vs. 37,08 N; $P = 0,0108$). A castração ao nascimento melhorou o acabamento da carcaça e a maciez instrumental, mas reduziu o crescimento pós-desmama e a produção de carcaça, evidenciando um contraste entre desempenho produtivo e atributos de carcaça e carne.

Palavras-chave: castração precoce; cruzamento; bovinos em pastejo; eficiência produtiva; novilhos.

ABSTRACT

The long-term effects of castration at birth under intensive tropical pasture-based conditions remain poorly understood. This study evaluated the effects of castration within the first 24 h of life on growth performance, carcass traits, and meat quality of F1 Angus × Nellore cattle from birth to slaughter. Eighty-four calves from the same herd and with balanced paternal and maternal backgrounds were allocated sequentially to remain as bulls ($n = 43$) or be castrated with an elastic band ($n = 41$). Calves remained with their dams until weaning and were subsequently raised in an intensive pasture-based growing and finishing system on rotationally stocked *Urochloa brizantha* cv. Marandu pastures with concentrate supplementation until slaughter. Animal-level data were analyzed using linear mixed models fitted with the MIXED procedure of SAS, and differences were considered significant at $P \leq 0.05$. Castration did not affect preweaning performance. Bulls had greater average daily gain after weaning, resulting in greater final BW (602.62 vs. 545.37 kg), hot carcass weight (332.52 vs. 293.72 kg), and hot carcass yield (55.18 vs. 53.84%; $P < 0.0001$). Steers had greater carcass fat cover ($P < 0.0001$) and lower Warner–Bratzler shear force (30.65 vs. 37.08 N; $P = 0.0108$). Castration at birth improved carcass finishing and instrumental tenderness but reduced postweaning growth and carcass output, highlighting a trade-off between productive performance and carcass and meat quality traits.

Keywords: early castration; crossbreeding; grazing cattle; productive efficiency; steers.

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

Figure 1 - Body weight of F1 Angus × Nellore bulls and steers from birth through the finishing phase.	52
Table 1 - Ingredient and chemical composition of supplements offered during the growing and finishing phases.	54
Table 2 - Growth performance of F1 Angus × Nellore calves castrated or left intact at birth during the cow-calf phase.	55
Table 3 - Forage availability and chemical composition of the pasture during the growing phase.	56
Table 4 - Performance of F1 Angus × Nellore calves castrated or left intact at birth during the growing phase.	57
Table 5 - Forage mass and chemical composition of the pasture grazed by F1 Angus × Nellore bulls and steers during the finishing phase.	58
Table 6 - Growth performance during finishing and carcass traits at slaughter of F1 Angus × Nellore bulls and steers.	59
Table 7 - Meat quality traits of F1 Angus × Nellore males maintained as bulls or castrated at birth.	60

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIEC	Brazilian Beef Exporters Association
ADF	Acid detergent fiber
ADG	Average daily gain
AMSA	American Meat Science Association
AOAC	AOAC International
BW	Body weight
CAPES	Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel
CP	Crude protein
DDGS	Dried distiller's grains with solubles
DM	Dry matter
DMI	Dry matter intake
FTAI	Fixed-time artificial insemination
HCW	Hot carcass weight
HCY	Hot carcass yield
N	Nitrogen
NDF	Neutral detergent fiber
OM	Organic matter
PPGCTA	Graduate Program in Animal Science and Technology
PVC	Polyvinyl chloride
SAS	Statistical Analysis System
SEM	Standard error of the mean
UNESP	São Paulo State University
USDA-FAS	United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service
WBSF	Warner–Bratzler shear force
L*	Lightness
a*	Redness
b*	Yellowness

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1 – Considerações iniciais e revisão de literatura	16
1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	17
1.2	OBJETIVO GERAL	18
1.3	REVISÃO DE LITERATURA.....	18
1.3.1	<i>Fundamentos fisiológicos da condição sexual e da castração</i>	18
1.3.2	<i>Desempenho produtivo ao longo do ciclo</i>	19
1.3.3	<i>Idade, método de castração e bem-estar animal</i>	19
1.3.4	<i>Contexto produtivo e regulatório brasileiro</i>	20
1.3.5	<i>Características de carcaça e deposição tecidual</i>	21
1.3.6	<i>Qualidade da carne</i>	22
1.3.6.1	<i>pH e cor da carne</i>	23
1.3.6.2	<i>Maciez, perda por cocção e maturação</i>	23
1.3.7	<i>Bovinos F1 Angus × Nelore e lacuna científica</i>	24
	REFERÊNCIAS	26
	CAPÍTULO 2 – Effects of castration at birth on growth performance, carcass traits, and meat quality of F1 Angus × Nellore males in a pasture-based production system	30
	ABSTRACT	31
1	INTRODUCTION	31
2	MATERIALS AND METHODS.....	33
2.1	<i>Ethical statement</i>	33
2.2	<i>Experimental location and overview</i>	33
2.3	<i>Animals</i>	33
2.4	<i>Cow-calf phase</i>	34
2.5	<i>Growing phase</i>	35
2.6	<i>Finishing phase</i>	36
2.7	<i>Pasture evaluation and laboratory analyses</i>	37
2.8	<i>Supplement intake and laboratory analyses</i>	38
2.9	<i>Slaughter and carcass traits</i>	39
2.10	<i>Meat sample collection and quality analyses</i>	40
2.11	<i>Statistical analysis</i>	41
3	RESULTS	42
3.1	<i>Cow-calf phase results</i>	42
3.2	<i>Growing phase results</i>	42
3.3	<i>Finishing phase results</i>	43
3.4	<i>Meat quality</i>	43
4	DISCUSSION	44
5	CONCLUSION.....	48
6	CONFLICT OF INTEREST STATEMENT	48
	REFERENCES	48

ANARUMA, R. J.; REIS, L. G.; FELÍCIO, P. E. de; PFLANZER, S. B.; ROSSI, S.; ZANETTI, M. A.; CÔNSOLO, N. R. B.; SILVA, S. L.; SARAN NETTO, A. Castration age and growth, meat production and meat quality of Nelore male cattle. *Animal Production Science*, v. 60, n. 5, p. 725-731, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1071/AN18460>.

AOAC INTERNATIONAL. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 18th ed. Gaithersburg, MD: AOAC International, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES. Beef Report 2026: Brazilian Beef Profile. São Paulo, Brazil: ABIEC, 2026. Available at: <https://abiec.com.br/en/publicacoes/beef-report-2026-brazilian-beef-profile/>. Accessed on: 22 July 2026.

BAGLEY, C. P.; MORRISON, D. G.; FEAZEL, J. I.; SAXTON, A. M. Growth and sexual characteristics of suckling beef calves as influenced by age at castration and growth implants. *Journal of Animal Science*, v. 67, n. 5, p. 1258-1264, 1989. DOI: <https://doi.org/10.2527/jas1989.6751258x>.

BOLEMAN, S. J.; BOLEMAN, S. L.; MILLER, R. K.; TAYLOR, J. F.; CROSS, H. R.; WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M.; SHACKELFORD, S. D.; MILLER, M. F.; WEST, R. L.; JOHNSON, D. D.; SAVELL, J. W. Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness. *Journal of Animal Science*, v. 75, n. 6, p. 1521-1524, 1997. DOI: <https://doi.org/10.2527/1997.7561521x>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 55, de 1º de dezembro de 2011. Brasília, DF, Brazil: MAPA, 2011. Available at: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/legislacao/instrucao-normativa-no-55-de-1o-de-dezembro-de-2011.pdf>. Accessed on: 22 July 2026.

BRETSCHNEIDER, G. Effects of age and method of castration on performance and stress response of beef male cattle: a review. *Livestock Production Science*, v. 97, n. 2-3, p. 89-100, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2005.04.006>.

BUREŠ, D.; BARTOŇ, L. Growth performance, carcass traits and meat quality of bulls and heifers slaughtered at different ages. *Czech Journal of Animal Science*, v. 57, n. 1, p. 34-43, 2012. DOI: <https://doi.org/10.17221/5482-CJAS>.

DESTEFANIS, G.; BRUGIAPAGLIA, A.; BARGE, M. T.; DAL MOLIN, E. Relationship between beef consumer tenderness perception and Warner-Bratzler shear force. *Meat Science*, v. 78, n. 3, p. 153-156, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.05.031>.

GALBRAITH, H.; DEMPSTER, D. G.; MILLER, T. B. A note on the effect of castration on the growth performance and concentrations of some blood metabolites and hormones in British Friesian male cattle. *Animal Production*, v. 26, n. 3, p. 339-342, 1978. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0003356100040964>.

HORWITZ, W. (ed.). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 17th ed. Gaithersburg, MD: AOAC International, 2000.

HUERTA-LEIDENZ, N.; JEREZ-TIMAURE, N.; RODAS-GONZÁLEZ, A.; SARTURI, J. O.; BRASHEARS, M. M.; MILLER, M. F.; BRASHEARS, M. T. The effects of castration, implant protocol, and supplementation of *Bos indicus*-influenced beef cattle under tropical savanna conditions on growth performance, carcass characteristics, and meat quality. *Animals*, v. 12, n. 3, art. 366, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani12030366>.

LENTS, C. A.; WHITE, F. J.; FLOYD, L. N.; GAY, D. L.; WETTEMANN, R. P. Effects of method and timing of castration and the use of an estrogenic growth stimulant on weight gain of bull calves. *The Professional Animal Scientist*, v. 22, n. 2, p. 126-131, 2006. DOI: [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)31076-7](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)31076-7).

MALHEIROS, B. A.; SPERS, E. E.; SILVA, H. M. R. da; CONTRERAS-CASTILLO, C. J. Southeast Brazilian consumers' involvement and willingness to pay for quality cues in fresh and cooked beef. *Journal of Food Products Marketing*, v. 28, n. 6, p. 276-293, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1080/10454446.2022.2129539>.

MARTI, S.; REALINI, C. E.; BACH, A.; PÉREZ-JUAN, M.; DEVANT, M. Effect of castration and slaughter age on performance, carcass, and meat quality traits of Holstein calves fed a high-concentrate diet. *Journal of Animal Science*, v. 91, n. 3, p. 1129-1140, 2013. DOI: <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5717>.

MILLER, M. F.; CARR, M. A.; RAMSEY, C. B.; CROCKETT, K. L.; HOOVER, L. C. Consumer thresholds for establishing the value of beef tenderness. *Journal of Animal Science*, v. 79, n. 12, p. 3062-3068, 2001. DOI: <https://doi.org/10.2527/2001.79123062x>.

NUNES, C. L. de C.; PFLANZER, S. B.; REZENDE-DE-SOUZA, J. H.; CHIZZOTTI, M. L. Beef production and carcass evaluation in Brazil. *Animal Frontiers*, v. 14, n. 2, p. 15-20, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1093/af/vfad074>.

PARK, S. J.; BEAK, S. H.; JUNG, D. J. S.; KIM, S. Y.; JEONG, I. H.; PIAO, M. Y.; KANG, H. J.; FASSAH, D. M.; NA, S. W.; YOO, S. P.; BAIK, M. Genetic, management, and nutritional factors affecting intramuscular fat deposition in beef cattle: a review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, v. 31, n. 7, p. 1043-1061, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0310>.

PEREIRA, M. A.; BUNGENSTAB, D. J.; EUCLIDES, V. P. B.; MALAFAIA, G. C.; BISCOLA, P. H. N.; MENEZES, G. R. O.; ABREU, U. G. P. de; LAURA, V. A.; NOGUEIRA, E.; MAURO, R. de A.; SILVA, M. P. da; NICACIO, A. C.; ALMEIDA, R. G. de; GOMES, R. da C.; SILVA, J. C. B.; SOUZA, V. F. de. From traditionally extensive to sustainably intensive: a review on the path to a sustainable and inclusive beef farming in Brazil. *Animals*, v. 14, n. 16, art. 2340, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani14162340>.

RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C.; FATURI, C.; ROSA, J. R. P.; PASCOAL, L. L.; BERNARDES, R. A. C.; KUSS, F. Desempenho na fase de crescimento de machos bovinos inteiros ou castrados de diferentes grupos genéticos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 29, n. 4, p. 1036-1043, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982000000400013>.

RODAS-GONZÁLEZ, A.; HUERTA-LEIDENZ, N.; JEREZ-TIMAURE, N.; MILLER, M. F. Establishing tenderness thresholds of Venezuelan beef steaks using consumer and trained

sensory panels. *Meat Science*, v. 83, n. 2, p. 218-223, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.04.021>.

RODRIGUEZ, J.; UNRUH, J. A.; VILLARREAL, M.; MURILLO, O.; ROJAS, S.; CAMACHO, J.; JAEGER, J. R.; REINHARDT, C. D. Carcass and meat quality characteristics of Brahman cross bulls and steers finished on tropical pastures in Costa Rica. *Meat Science*, v. 96, n. 3, p. 1340-1344, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.10.024>.

SANTIAGO, B.; BALDASSINI, W.; MACHADO NETO, O.; CHARDULO, L. A.; TORRES, R.; PEREIRA, G.; CURI, R.; CHIARATTI, M. R.; PADILHA, P.; ALESSANDRONI, L.; GAGAOUA, M. Post-mortem muscle proteome of crossbred bulls and steers: relationships with carcass and meat quality. *Journal of Proteomics*, v. 278, art. 104871, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2023.104871>.

STEEN, R. W. J. The effect of plane of nutrition and slaughter weight on growth and food efficiency in bulls, steers and heifers of three breed crosses. *Livestock Production Science*, v. 42, n. 1, p. 1-11, 1995. DOI: [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(95\)00002-3](https://doi.org/10.1016/0301-6226(95)00002-3).

TURINI, T.; RIBEIRO, E. L. A.; ALVES, S. J.; MIZUBUTI, I. Y.; SILVA, L. D. F. Performance of intact and castrated beef cattle in an intensive crop-pasture rotation system. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 36, n. 3, suppl. 1, p. 2339-2352, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2015v36n3Supl1p2339>.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. FOREIGN AGRICULTURAL SERVICE. *Livestock and Poultry: World Markets and Trade*. Washington, DC: USDA-FAS, 9 Apr. 2026. Available at: https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf. Accessed on: 22 July 2026.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2).