

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta tese
será disponibilizado somente a partir
de 30/01/2024.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**COMBINAÇÕES DE ÓLEOS ESSENCIAIS, α -AMILASE E 25-
HYDROXIVITAMINA D₃ NO DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE
CARCAÇA DE BOVINOS F1 ANGUS-NELORE CONFINADOS**

MARIA BETÂNIA NIEHUES

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia como parte das exigências para obtenção do título de Doutora em Zootecnia.

**BOTUCATU – SP
2023**

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**COMBINAÇÕES DE ÓLEOS ESSENCIAIS, α -AMILASE E 25-
HYDROXIVITAMINA D₃ NO DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE
CARÇA DE BOVINOS F1 ANGUS-NELORE CONFINADOS**

MARIA BETÂNIA NIEHUES
ZOOTECNISTA

Orientador: Prof. Dr^o. Mário De Beni Arrigoni
Co-orientador (a): Prof. Dr^a. Cyntia Ludovico
Martins
Prof. Dr^o. Danilo Domingues Millen

**BOTUCATU – SP
2023**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Niehues, Maria Betânia.

Combinações de óleos essenciais, α-amilase e 25-hydroxivitamina D3 no desempenho e características de carcaça de bovinos F1 Angus-Nelore confinados / Maria Betânia Niehues. - Botucatu, 2023

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

Orientador: Mário De Beni Arrigoni

Coorientador: Cyntia Ludovico Martins

Coorientador: Danilo Domingues Millen

Capes: 50403001

1. Bovinos - Carcaças. 2. Confinamento (Animais).
3. Aditivos alimentares. 4. Carne - Qualidade. 5. Essências e óleos essenciais.

Palavras-chave: Aditivos alimentares; Amido; Confinamento; Enzimas exógenas; Monensina sódica.

Aos meus avós paternos Juraci Carolina Niehues (Vó Dora) e Albino José Niehues (in memoriam).

Aos meus avós maternos Maria do Carmo de Lima e Neri Figueiredo.

Em especial as minhas avós, que sempre foram e sempre serão minhas fontes de inspiração e referência de mulheres fortes e guerreiras. Obrigada por todo suporte, educação e valores passados.

Aos meus pais Ivair Niehues e Vanuza dos Santos pela educação e valores passados, pois toda criança é uma folha de papel em branco escrita pelos pais. Vocês foram essenciais na construção do ser humano que hoje sou. Impossível medir o amor que sinto por vocês!

Aos meus irmãos Ulysses Brás Niehues, Diana Rosita Niehues e Amabili Vanessa Niehues, meus eternos companheiros de vida. Amo imensamente vocês!

Agradeço a todos vocês por estarem comigo em todos os momentos. Sempre foi e sempre será vocês (nós)!

Dedico

AGRADECIMENTOS

Inicialmente gostaria de agradecer à Deus por iluminar meu caminho, por estar sempre ao meu lado me dando força e coragem para ir em busca dos meus sonhos. A fé que tenho no Senhor foi combustível para minha persistência e força.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Mário De Beni Arrigoni, muito obrigada por ter me acolhido desde 2016 ainda no estágio curricular, por acreditar em mim e nas minhas capacidades. Obrigada ainda, por todas as portas abertas e oportunidades oferecidas.

À Prof^a. Dr^a. Cyntia Ludovico Martins pela co-orientação, pela confiança creditada em mim, pelo incentivo e apoio para a elaboração, realização e conclusão deste projeto. Obrigada por todo suporte desde o primeiro contato para a realização do estágio curricular em 2016 até a conclusão deste projeto de doutorado.

Ao Prof. Dr. Danilo Domingues Millen pela co-orientação e toda ajuda dispensada na elaboração, realização e conclusão deste projeto. Obrigada por prontamente me ajudar sempre que procurei.

Ao Prof. Dr. Otávio Rodrigues Machado Neto, por prontamente estar disponível todas as vezes que o procurei para tirar dúvidas.

À DSM *nutritional products*, por viabilizar e financiar este projeto. Agradeço em especial, aos colaboradores Alexandre Perdigão, Victor Valério de Carvalho e Tiago Sabella Acedo pelo apoio e confiança para a realização do experimento que deu origem a esta tese. Agradeço também, aos colaboradores do Centro de Inovação Tortuga, Reginaldo Roda Werdemberg e Josivaldo Pereira dos Santos por toda ajuda e persistência nos 102 dias de experimento.

A todos os colaboradores da Fazenda Caçadinha, que de alguma forma contribuíram para a realização deste projeto. Gostaria de agradecer especialmente ao Márcio Souza e Alexandre Matos (Canela), pela disponibilidade durante o experimento no manejo do curral e ronda sanitária dos animais. As cozinheiras do refeitório, principalmente a Dona Elaine Carmo, por preparar diariamente aquela comida gostosa que nos dava a sustância para seguirmos firmes e fortes. A Dona Nilza por sempre manter o ambiente dos alojamentos limpos e organizados.

Ao Tiago Rodrigues Portilho pelo companheirismo e amizade durante minha estadia na Fazenda Caçadinha.

A todos os estagiários, Julia Mara Campos, Mariana Marques, Bruno Cardoso e Matheus Cantóia, por toda ajuda durante as atividades diárias do confinamento experimental.

Ao Matheus Leonardi Damasceno (Gaúcho) e Thaiano Iranildo de Sousa Silva que embora também estivessem conduzindo experimento, sempre que tinham um tempinho ajudavam nas atividades deste experimento.

A todos os funcionários do frigorífico Marfrig de Bataguassu-MS pela paciência, colaboração e ajuda dispensada nas coletas das amostras no abate dos animais.

Aos colegas da pós graduação Daniel Gouvêa, Hugo Correa, Wellington Luiz, Ana Bárbara Sartor, Bismarck Moreira, Laís Tomaz Aquino e Vitória Ribeiro. Cada um de vocês contribuiu de alguma forma, seja nas coletas de amostra no frigorífico, nas análises de qualidade de carne e traslado de amostras ao laboratório.

À Dr. Carol Toledo Santos do Laboratório dos produtos de Origem Animal da FCA – UNESP, pelo apoio nas análises de composição química da carne.

Ao Leandro Alves dos Santos do Laboratório de Histotecnologia da UNIPEX/FMB-UNESP, pela ajuda na realização das análises de padrão de crescimento das fibras musculares.

À banca examinadora do meu exame de qualificação, Prof. Dr. Luis Artur Loyola Chardulo e ao Dr. Victor Valério de Carvalho pelas críticas construtivas e contribuição na tese, permitindo a melhora desse trabalho.

Aos membros da banca de defesa Prof. Dr. Flávio Augusto Portela Santos, Prof. Dr. Luis Artur Loyola Chardulo, Prof. Dr. Ricardo Kazama e Dr. Victor Valério de Carvalho, pela colaboração, pelas correções e sugestões.

À Gisele, por toda a disponibilidade e auxílio com as análises no Laboratório de Bromatologia da FMVZ – UNESP.

Ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia, em especial a Cláudia Cristina Moreci, e aos coordenadores, Prof. Dr. José Roberto Sartori e Profa. Dra. Margarida Maria Barros.

Aos funcionários do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal em especial a Andressa, pela atenção, ajuda e serviços prestados.

Aos demais professores e funcionários do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal, Departamento de Produção Animal e de outras repartições da UNESP que colaboraram na minha formação ao longo desses anos.

À toda a equipe do Laboratório de Bioanálítica e Metaloproteômica – LBM, em especial Prof. Dr. Pedro de Magalhães Padilha, ao Dr. José Cavalcante Souza Vieira e Otávio Augusto de Freitas Apostólico por toda ajuda dispensada de composição mineral da carne.

À toda a equipe do Laboratório de Ciência e Qualidade da Carne (LCQC), em especial Prof. Dr. Luis Artur Loyola Chardulo e Prof. Dr. Welder Angelo Baldassini por disponibilizar o laboratório para as análises de qualidade de carne.

Ao Núcleo de Estudos e Extensão em Bovinocultura de Corte (NERU) da UNESP-Dracena, por toda ajuda durante o abate, coleta e análises de morfologia ruminal. Muito obrigada Ana Carolina Janssen Pinto, Antônio Marcos Silvestre, Leandro Aparecido Ferreira da Silva, Breno Leite Demartini,

Kátia Lirian Rocha Souza, Jéssica Gomes Cardin, Werner Frederico Scheleifer e Vanessa Gomes Leonel Gasparini.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Por isso, gostaria de agradecer a CAPES pela bolsa concedida, vigência 07/2019 a 07/2022.

A todos que não foram citados e que de alguma forma contribuíram para a conclusão desse projeto.

MUITO OBRIGADA!

BIOGRAFIA DO AUTOR

Maria Betânia Niehues, nascida em 30 de agosto de 1994, na cidade de Urubici – SC, filha de Vanuza dos Santos e Ivair Niehues.

Em agosto de 2011 iniciou o curso de Zootecnia pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Câmpus de Florianópolis - SC, onde obteve o grau de zootecnista em fevereiro de 2017. Em 2014 realizou Mobilidade Estudantil, na Universidade Estadual de Maringá (UEM), Câmpus de Maringá - PR. Obteve o título de Mestre em Zootecnia pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia na Universidade Estadual Paulista, campus de Botucatu em 2019, ano em que ingressou no Doutorado na mesma instituição, sob orientação do Prof. Dr. Mário De Beni Arrigoni e co-orientação da Prof. Dra. Cyntia Ludovico Martins e Prof. Dr. Danilo Domingues Millen.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Locais e mecanismos de ação dos componentes dos óleos essenciais na célula bacteriana. Adaptado de Burt et al., (2004).	18
Figura 2 - Uma cerca dividia a baia em duas áreas, onde de um lado se encontrava o bebedouro e do outro os cochos de alimentação. Ambos eram conectados por um corredor de passagem único, no qual a Plataforma de pesagem Bosch® estava fixada. 1 – Sombrite. 2 – Bebedouro. 3 – Corredor de passagem dos animais. 4 – Plataforma de pesagem. 5 – Cerca de divisão da baia. 6 – Cochos eletrônicos de alimentação do sistema Intergado.....	43
Figura 3 – Animais consumindo individualmente nos cochos de alimentação eletrônicos do sistema Intergado.	45
Figura 4 – Plataforma de pesagem Bosch instalada na baia do confinamento. 1 – Leitora de identificação. 2 – Painel solar. 3 – Unidade de processamento. 4 – Sensores de pesagem. 5 – Plataforma de pesagem. 6 – Brinco de identificação do animal.	49
Figura 5 – Área transversal média das fibras do músculo Logissimus Thoracis de bovinos F1 Angus-Nelore confinados. ^{abc} As médias que não possuem letras sobrescritas comuns são diferentes ($P \leq 0,05$). ¹ MON = monensina sódica (26 mg/kg MS); BEO+AM = mistura de óleos essenciais + α -amilase exógena (90 e 560 mg/kg MS, respectivamente); BEO+AM+HyD = mistura de óleos essenciais + α -amilase exógena + 25-hidroxivitamina D ₃ (25-(OH)D ₃) (90 e 560 mg/kg de MS e 1 mg/animal/dia, respectivamente); A monensina de sódica (Rumensin) era da Elanco Animal Health, Indianapolis, IN. A mistura de óleos essenciais (CRINA Ruminantes), as enzimas exógenas (α -amilase [Ronozyme RumiStar] e a 25-(OH)D ₃ (Rovimix Hy-D 1,25%) foram fornecidas pela DSM Produtos Nutricionais, Basel, Suíça.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ingredientes e conteúdo nutricional das dietas de terminação fornecidas aos animais durante o estudo	46
Tabela 2 - Efeito de aditivos alimentares e suas combinações no desempenho produtivo de bovinos F1 Angus-Nelore confinados.....	55
Tabela 3 - Efeito de aditivos alimentares e suas combinações na concentração de energia líquida observada da dieta de bovinos F1 Angus-Nelore confinados	56
Tabela 4 - Efeito de aditivos alimentares e suas combinações nas características de carcaça de bovinos F1 Angus-Nelore confinados.....	56
Tabela 5 - Efeito de aditivos alimentares e suas combinações nas medidas de ultrassonografia de carcaça de bovinos F1 Angus-Nelore confinados	57
Tabela 6 - Efeito de aditivos alimentares e suas combinações na qualidade de carne de bovinos F1 Angus-Nelore confinados.....	58
Tabela 7 - Efeito de aditivos alimentares e suas combinações na composição química da carne de bovinos F1 Angus-Nelore confinados	58
Tabela 8 - Efeito de aditivos alimentares e suas combinações no comportamento ingestivo de bovinos F1 Angus-Nelore confinados.....	59
Tabela 9 - Efeito de aditivos alimentares e suas combinações no pH ruminal de bovinos F1 Angus-Nelore confinados durante o período de adaptação	60
Tabela 10 - Efeito de aditivos alimentares e suas combinações no pH ruminal de bovinos F1 Angus-Nelore confinados durante o período total de alimentação	61
Tabela 11 - Efeito de aditivos alimentares e suas combinações na morfometria ruminal de bovinos F1 Angus-Nelore confinados.....	62
Tabela 12 - Efeito de aditivos alimentares e suas combinações nas concentrações séricas e musculares de cálcio, fósforo e 25-(OH)D ₃ de bovinos F1 Angus-Nelore confinados	63

LISTA DE ABREVIATURAS

ATP – Adenosina Trifosfato
AGV – Ácido graxos voláteis
AGCC – Ácido graxos de cadeia curta
ANOVA – Análise de Variância
AOL – Área de olho de lombo
EGS – Espessura de Gordura Subcutânea
AM – Alfa- amilase
BEO – mistura de óleos essenciais
OE – Óleo essenciais
Ca – Cálcio
Ca²⁺ - Cálcio ionizado
P – Fósforo
CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior
CONCEA – Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal
PB – Proteína bruta
EE – Extrato Etéreo
MS – Matéria seca
IMS – Ingestão de matéria seca
FDN – Fibra em Detergente Neutro
LRNS – Large Ruminant Nutritional System
MON – Monensina sódica
DIVMS – Digestibilidade *in vitro* da matéria seca
RC – Rendimento de carcaça
PCQ – Peso de carcaça quente
PCF – Peso de carcaça fria
PVi – Peso vivo inicial
PVF – Peso vivo final
EA – Eficiência alimentar
CA – Conversão alimentar
GPD – Ganho de peso diário
Na⁺ – Sódio
K⁺ – Potássio
H⁺ - Hidrogênio
HyD – 25-hidroxivitamina D₃
PRO – Protease
VM – Virginiamicina
FC – Força de cisalhamento

SUMÁRIO

CAPÍTULO I

1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	Utilização da monensina sódica na alimentação de bovinos de corte	15
2.1.1	Modo de ação da monensina sódica no ambiente ruminal	15
2.1.2	Efeitos da monensina sódica para bovinos confinados	17
2.2	Utilização de óleos essenciais na alimentação de bovinos de corte	18
2.2.1	Modo de ação dos óleos essenciais no ambiente ruminal.....	18
2.2.2	Efeitos dos óleos essenciais para bovinos confinados.....	20
2.3	Utilização de α -amilase exógena na alimentação de bovinos de corte	21
2.3.1	Modo de ação da enzima α -amilase exógena no ambiente ruminal	21
2.3.2	Efeitos da α -amilase exógena para bovinos confinados	22
2.3.3	Uso combinado de óleos essenciais e enzima α -amilase exógena para bovinos confinados	23
2.4	25-hidroxivitamina D ₃ no desempenho de bovinos confinados.....	24
2.4.1	Metabolismo da vitamina D e maciez da carne.....	24
2.4.2	Efeitos da 25-hidroxivitamina D ₃ para bovinos confinados	26
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

CAPÍTULO II

1	INTRODUÇÃO	41
2	OBJETIVOS	42
2.1	Objetivo geral	42
2.2	Objetivos específicos	42
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	42
3.1	Animais e local experimental	42
3.2	Delineamento experimental.....	43
3.3	Manejo, arração e cuidados com os animais.....	44
3.4	Manejo da ingestão de matéria seca e comportamento ingestivo dos animais.....	44
3.5	Mensuração contínua de pH rumino-reticular	47
3.6	Concentrações séricas de 25-(OH)D ₃ , cálcio total, cálcio ionizado e fósforo	47
3.7	Desempenho produtivo e características de carcaça	48
3.8	Energia líquida de ganho e manutenção.....	49
3.9	Incidência de rumenites e Abscessos hepáticos	50
3.10	Morfologia das papilas do rúmen.....	50
3.11	Determinação de cálcio e fósforo no tecido muscular	51
3.12	Histologia do tecido muscular	51

3.13	Análises de qualidade da carne	52
3.13.1	<i>Cor objetiva e pH</i>	52
3.13.2	<i>Força de Cisalhamento e Perdas por Cocção</i>	52
3.13.3	<i>Composição centesimal</i>	53
4	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	53
5	RESULTADOS	54
5.1	Desempenho produtivo, características de carcaça e qualidade de carne	54
5.2	Comportamento ingestivo	54
5.3	Caractrísticas do pH ruminal.....	59
5.4	Morfometria Ruminal	61
5.5	Concentrações séricas e musculares de cálcio total, cálcio ionizado, fósforo e 25-(OH)D ₃	62
6	DISCUSSÃO	63
7	CONCLUSÃO	69
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69

CAPÍTULO III

IMPLICAÇÕES.....	77
------------------	----

percentuais a mais de RC em relação aos animais não suplementados ou que receberam 3 mg/d de HyD na dieta.

Carvalho e Perdigão (2019), observaram maior PCQ (4,2 kg) para bovinos confinados suplementados com 1 mg/animal/dia de HyD em comparação ao controle não suplementado. Já Gouvêa et al. (2019b) observaram que os animais suplementados com 1 mg/animal/dia de HyD apresentaram maior GPD (1,350 vs. 1,437 kg/dia) e tenderam a apresentar maior PVF (562,75 vs. 568,70) em comparação aos animais não suplementados. Além disso, Niehues et al. (2021) utilizaram novilhos recriados em pastejo durante a estação seca, suplementados com mineral proteico, mineral proteico com MON ou proteico energético, os três com ou sem adição de 1 mg/animal/dia de HyD. Observou-se que independentemente da estratégia nutricional, a suplementação com HyD aumentou o GPD em 32 g/dia (0,165 vs. 0,133 kg/dia) e o PVF em 3,9 kg (287,5 vs. 283,6 kg), comparado aos novilhos não suplementados.

Estrada-Ângulo et al. (2022), avaliaram a alimentação de 120 mg/kg de MS da dieta de um BEO (CRINA® *Ruminants*) + 0,12 mg/kg de MS da dieta de HyD em comparação com 20 mg/kg da MS da dieta de MON + 20 mg/kg da MS da dieta de virginiamicina (VM) no desempenho e produção de carcaça de bovinos confinados. Os autores não observaram diferenças na IMS, GPD e PVF, no entanto os animais alimentados com a combinação BEO+HyD tenderam a apresentar 1,7% mais PCQ e tiveram maior AOL (7,9%) em comparação aos animais alimentados com MON+VM.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEDO, T. S.; NUNES DE GOUVEA, V.; DE SOUZA FLORIANO MACHADO DE VASCONCELLOS, G.; ARRIGONI, M.; LUDOVICO MARTINS, C.; MILLEN, D.; DOMINGUES SARTOR, A. PSXVII-27 Effect of 25-hydroxy-vitamin-D₃ on feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 96(suppl_3), 447-448, 2018.

AMARO, F. X.; KIM, D.; AGARUSSI, M. C.; SILVA, V. P.; FERNANDES, T.; ARRIOLA, K. G.; ... VYAS, D. Effects of exogenous α -amylases, glucoamylases, and proteases on ruminal *in vitro* dry matter and starch digestibility, gas production, and volatile fatty acids of mature dent corn grain. *Translational animal science*, 5(1), 2021.

ANDREAZZI, A. S. R., M. N. PEREIRA, R. B. REIS, R. A. N. PEREIRA, N. N. MORAIS JUNIOR, T. S. ACEDO, R. G. HERMES, AND C. S. CORTINHAS. Effect of exogenous amylase on lactation performance of dairy cows fed a high starch diet. *J. Dairy Sci.* 101:7199–7207. doi:10.3168/jds.2017-14331, 2018.

ANUALPEC - Anuário da Pecuária Brasileira. 2001. Agra FNP Pesquisas Ltda, São Paulo. 360p.

AZZAZ, H.H.; MURAD, H.A.; MORSY, T.A. Utility of ionophores for ruminant animals: A review. *Asian J. Anim. Sci.* 2015, 9, 254–265.

BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils – A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46(2), 446–475, 2008.

- BEAUCHEMIN, K. A.; COLOMBATTO, D.; MORGAVI, D. P.; YANG, W. Z.; RODE, L. M. Mode of action of exogenous cell wall degrading enzymes for ruminants. *Canadian Journal of Animal Science*, 84(1), 13-22, 2004.
- BENCHAAAR, C.; PETIT, H.V.; BERTHIAUME, R.; WHYTE, T.D.; CHOUINARD, P.Y. Effects of addition of essential oils and monensin premix on digestion, ruminal fermentation, milk production, and milk composition in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89, 4352–4364, 2006.
- BENCHAAAR, C., H. V. PETIT, R. BERTHIAUME, D. R. OUELLET, J. CHIQUETTE, AND P. Y. CHOUINARD. Effects of essential oils on digestion, ruminal fermentation, rumen microbial populations, milk production, and milk composition in dairy cows fed alfalfa silage or corn silage. *J. Dairy Sci.* 90:886–897. doi:10.3168/jds.S0022-0302(07)71572-2, 2007.
- BERGEN, W. G., & BATES, D. B. Ionophores: their effect on production efficiency and mode of action. *Journal of animal science*, 58(6), 1465-1483, 1984.
- BIRGE, S. J.; HADDAD, J. G. 25-Hydroxycholecalciferol stimulation of muscle metabolism. *J. Clin Invest* 56, 1100–1107, 1975.
- BOOTH, I.R. Regulation of cytoplasmic pH in bacteria. *Microbiol. Rev.* 1985, 49, 359–378.
- BURROUGHS, W.; WOODS, W.; EWING, S. A.; GREIG, J.; THEURER, B. Enzyme additions to fattening cattle rations. *J. Anim. Sci.* 19: 458–464, 1960.
- BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94(3), 223–253, 2004.
- CALSAMIGLIA, S.; BUSQUET, M.; CARDOZO, P.W.; CASTILLEJOS, L.; FERRET, A. Invited review: essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. *J. Dairy Sci.* 90, 2580–2595, 2007.
- CARDOZO, P. W.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A.; KAMEL, C. Screening for the effects of natural plant extracts at different pH on in vitro rumen microbial fermentation of a highconcentrate diet for beef cattle. *J. Anim. Sci.* 83:2572–2579, 2005.
- CARNAGEY, K.M.; HUFF-LONERGAN, E.J.; LONERGAN, S.M.; TRENKLE, A; HORST, R.L.; BEITZ, D.C. Use of 25-hydroxyvitamin D₃ and dietary calcium to improve tenderness of beef from the round of beef cows. *Journal of Animal Science*, v. 86, p. 1637-1648, 2008
- CARSON, C.F.; MEE, B.J.; RILEY, T.V. Mechanism of action of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil on *Staphylococcus aureus* determined by time-kill, lysis, leakage and salt tolerance assays and electron microscopy. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* 46 (6), 1914 – 1920, 2002.
- CARVALHO, V. V.; PERDIGÃO, A. PSXIV-11 Supplementation of 25-hydroxy-vitamin-D₃ and increased vitamin E as a strategy to increase carcass weight of feedlot beef cattle. *Journal of Animal Science*, 97(Suppl 3), 440, 2019.
- CELI, P.; WILLIAMS, S.; ENGSTROM, M.; MCGRATH, J.; LA MARTA, J. Safety evaluation of dietary levels of 25-hydroxyvitamin D₃ in growing calves. *Food and Chemical Toxicology*, v. 111, p. 641-649, 2018.
- DAVIDSON, P.M. Chemical preservatives and natural antimicrobial compounds. In: Doyle, M.P., Beuchat, L.R., Montville, T.J. (Eds.), *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*. ASM, Washington, pp. 520 – 556, 1997.
- DE BOLAND, A. R.; NEMERE, I. Rapid actions of vitamin D compounds. *J. Cell. Biochem*, 1992.

DELUCA, H. F. Overview of general physiologic features and functions of vitamin D. *The American journal of clinical nutrition*, 80(6), 1689S-1696S, 2004.

DENNIS, S. M.; NAGARAJA, T. G.; BARTLEY, E. E. Effects of lasalocid or monensin on lactate producing or using rumen bacteria. *J. Anita. Sci.* 52:418, 1981.

DE SOUZA, K. A.; DE OLIVEIRA MONTESCHIO, J.; MOTTIN, C.; RAMOS, T. R.; DE MORAES PINTO, L. A.; EIRAS, C. E.; ... DO PRADO, I. N. Effects of diet supplementation with clove and rosemary essential oils and protected oils (eugenol, thymol and vanillin) on animal performance, carcass characteristics, digestibility, and ingestive behavior activities for Nellore heifers finished in feedlot. *Livestock Science*. 220 (2019) 190–195, 2018.

DEVANT, M.; ANGLADA, A.; BACH, A. Effects of plant extract supplementation on rumen fermentation and metabolism in young Holstein bulls consuming high levels of concentrate. *Anim. Feed Sci. Technol.* 137, 46–57, 2007.

DILORENZO, N., D. R. SMITH, M. J. QUINN, M. L. MAY, C. H. PONCE, W. STEINBERG, M. A. ENGSTROM, AND M. L. GALYEAN. Effects of grain processing and supplementation with exogenous amylase on nutrient digestibility in feedlot diets. *Livest. Sci.* 137:178–184, 2011.

DI PASQUA, R.; HOSKINS, N.; BETTS, G.; MAURIELLO, G. Changes in membrane fatty acids composition of microbial cells induced by addition of thymol, carvacrol, limonene, cinnamaldehyde, and eugenol in the growing media. *J. Agric. Food Chem.* 54, 2745– 2749, 2006.

DUFFIELD, T. F.; RABIEE, A. R.; LEAN, I. J. A meta-analysis of the impact of monensin in lactating dairy cattle. Part 1. Metabolic effects. *Journal of dairy science*, 91(4), 1334-1346, 2008.

DUFFIELD, T.F.; MERRILL, J.K.; BAGG, R.N. Meta-analysis of the effects of monensin in beef cattle on feed efficiency, body weight gain, and dry matter intake. *J. Anim. Sci.* 2012, 90, 4583–4592.

DUFFY, S. K.; O'DOHERTY, J. V.; RAJAURIA, G.; CLARKE, L. C.; CASHMAN, K. D.; HAYES, A.; ... & KELLY, A. K. Cholecalciferol supplementation of heifer diets increases beef vitamin D concentration and improves beef tenderness. *Meat science*, 134, 103-110, 2017.

ELLIS, J. L.; DIJKSTRA, J.; BANNINK, A.; KEBREAB, E.; HOOK, S. E.; ARCHIBEQUE, S.; FRANCE, J. Quantifying the effect of monensin dose on the rumen volatile fatty acid profile in high-grain-fed beef cattle. *J. Anim. Sci.* 90:2717–2726, 2012. doi:10.2527/jas.2011-3966.

ESTRADA-ANGULO, A., MENDOZA-CORTEZ, D. A., RAMOS-MÉNDEZ, J. L., ARTEAGA-WENCES, Y. J., URÍAS-ESTRADA, J. D., CASTRO-PÉREZ, B. I., ... & PLASCENCIA, A. Comparing Blend of Essential Oils Plus 25-Hydroxy-Vit-D3 Versus Monensin Plus Virginiamycin Combination in Finishing Feedlot Cattle: Growth Performance, Dietary Energetics, and Carcass Traits. *Animals*, 12(13), 1715, 2022.

FANDIÑO, I.; FERNANDEZ-TURREN, G.; FERRET, A.; MOYA, D.; CASTILLEJOS, L.; CALSAMIGLIA, S. Exploring additive, synergistic or antagonistic effects of natural plant extracts on in vitro beef feedlot-type rumen microbial fermentation conditions. *Animals*, 10(1), 173, 2020.

FERRARETTO, L. F.; R. D. SHAVER; M. ESPINEIRA; H. GENCOGLU; S. J. BERTIC. Influence of a reduced-starch diet with or without exogenous amylase on lactation performance by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 94:1490–1499, 2011.

FOOTE, M.R.; HORST, R.L.; HUFF-LONERGAN, E.J.; TRENKLE, A.H.; PARRISH, F.C. JR.; BEITZ, D.C. The use of vitamin D₃ and its metabolites to improve beef tenderness. *Journal of Animal Science*, v. 82, p. 242-249, 2004.

FRITTS, C. A.; WALDROUP, P. W. Comparison of cholecalciferol and 25-hydroxycholecalciferol in broilers diets designed to minimize phosphorus excretion. *J. Appl Poultry Res.* 2005; 14(1):156–166.

GANONG, W.F. Review of medical physiology. Lange Medical Books/McGrawHill. San Francisco, CA, 2005.

GENCOGLU, H., R. D. SHAVER, W. STEINBERG, J. ENSINK, L. F. FERRARETTO, S. J. BERTICS, J. C. LOPES, AND M. S. AKINS. Effect of feeding a reduced-starch diet with or without amylase addition on lactation performance in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 93:723–732. doi:10.3168/jds.2009-2673, 2010.

GERACI, J.I.; GARCIARENA, A.D.; GAGLIOSTRO, G.A.; BEAUCHEMIN, K.A.; COLOMBATTO, D. Plant extracts containing cinnamaldehyde, eugenol and capsicum oleoresin added to feedlot cattle diets: Ruminal environment, short term intake pattern and animal performance. *Anim. Feed Sci. Technol.* 176, 123–130, 2012.

GIRGIS, C.M.; MOKBEL, N.; CHA, K. M.; HOUWELING, P. J.; ABOUD, M.; FRASER, D. R.; MASON, R. S.; CLIFTON-BLIGH, R.J.; GUNTON, J. E. The vitamin D receptor (VDR) is expressed in skeletal muscle of male mice and modulates 25- hydroxyvitamin D (25OHD) uptake in myofibers. *Endocrinology* 2014;155:3227–37.

GOODRICH, R. D., J. E. GARRETT, D. R. GAST, M. A. KIRICK, D. A. LARSON, AND J. C. MEISKE. Influence of monensin on the performance of cattle. *J. Anim. Sci.* 58:1484–1498. doi:10.2527/jas1984.5861484x, 1984.

GOUVÊA, V. N.; MESCHIATTI, M. A. P.; MORAES, J. M. M.; BATALHA, C. D. A.; DÓREA, J. R. R.; ACEDO, T. S.; TAMASSIA, L. F. M.; OWENS, F. N.; SANTOS, F. A. P. Effects of alternative feed additives and flint maize grain particle size on growth performance, carcass traits and nutrient digestibility of finishing beef cattle. *The Journal of Agricultural Science* 1–13, 2019a. <https://doi.org/10.1017/S0021859619000728>

GOUVÊA, V. N.; VASCONCELLOS, G. S.; ACEDO, T. S.; TAMASSIA, L. F. 399 The 25-hydroxyvitamin D₃ supplementation improves animal performance of Nelore cattle grazed in tropical grass. *Journal of Animal Science*, 97(Supplement_3), 161–161. doi:10.1093/jas/skz258.331, 2019b.

GUPTA, R.; GIGRAS, P.; MOHAPATRA, H.; GOSWAMI, V.K.; CHAUHAN, B. Microbial - amylases: a biotechnological perspective. *Process Biochem* 38, 1599 – 1616, 2003.

GUO, J.; JONES, A. K.; GIVENS, D. I.; LOVEGROVE, J. A.; KLIEM, K. E. Effect of dietary vitamin D₃ and 25-hydroxyvitamin D₃ supplementation on plasma and milk 25-hydroxyvitamin D₃ concentration in dairy cows. *Journal of dairy science*, 101(4), 3545-3553, 2018.

HANEY, M.; HOEHN, M. Monensin, a new biologically active compound I: Discovery and isolation. *Antimicrob. Agents Chemother.* 349:349, 1967.

HARRISON, G. A.; TRICARICO, J. M. Case study: Effects of an *Aspergillus oryzae* containing alpha amylase on lactational performance in commercial dairy herds. *Prof. Anim. Scientist* 23:291–294, 2007.

HELANDER, I.M.; ALAKOMI, H.L.; LATVA-KALA, K.; MATTILA-SANDHOLM, T.; POL, I.; SMID, E.J.; GORRIS, L.G.M.; VON WRIGHT. A. Characterization of the action of selected essential oil components on Gram negative bacteria. *J. Agric. Food Chem.* 46, 3590–3595, 1998.

HOFFMAN, P. C.; ESSER, N. M.; SHAVER, R. D.; COBLENTZ, W. K.; SCOTT, M. P.; BODNAR, A. L.; SCHMIDT, R. J.; CHARLEY, R. C. Influence of ensiling time and inoculation on alteration of the starch-protein matrix in high-moisture corn. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 94, n. 5, p. 2465–2474, 2011.

HOOK S. E.; WRIGHT, A –D. G.; MCBRIDE, B. W. Methanogens: methane producers of the rumen and mitigation strategies. *Archea*, 2010:945785. doi:10.1155/2010/945785.

HORTON, G. M. J., J. G. MANNS, H. H. NICHOLSON, AND G. A. HARROP. Behavioral activity, serum progesterone and feedlot performance of heifers fed melengesterol acetate and monensin. *Can. J. Anim. Sci.* 61:695–702, 1981.

HORTON, G. M. J. Performance of growing steers fed lasalocid or monensin in a high silage diet. *Nutr. Rep. Intl.* 29:1427–1435, 1984.

HORST, R.L.; GOFF, J.P.; REINHARDT, T.A. Adapting to the transition between gestation and lactation: Differences between rat, human and dairy cow. *J. Mammary Gland Biol. Neoplasia* 2005, 10, 141–156.

HUMMELBRUNNER, L. A; ISMAN, M. B. Acute, sublethal, antifeedant, and synergistic effects of monoterpenoid essential oil compounds on the tobacco cutworm, *Spodoptera litura* (Lep., Noctuidae). *J. Agric. Food Chem.* 49: 715–720, 2001.

HUNTINGTON, G. B. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. *Journal of animal science*, 75(3), 852-867, 1997.

HUSSAIN, A.; NISA, M.; SARWAR, M.; SHARIF, M.; JAVAID, A. Effect of exogenous fibrolytic enzymes on ruminant performance. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 45(2), 2008.

HUTTON, K.C.; VAUGHN, M. A.; LITTA, G.; TURNER, B. J.; STARKEY, J. D. Effect of vitamin D status improvement with 25-hydroxycholecalciferol on skeletal muscle growth characteristics and satellite cell activity in broiler chickens. *J. Anim. Sci.* 92:3291–9, 2014.

JUVEN, B.J.; KANNER, J.; SCHVED, F.; WEISSLOWICZ, H. Factors that Interact with the antibacterial action of thyme essential oil and its active constituents. *J. Appl. Bacteriol.* 1994, 76, 626–631.

KARGES, K., J.C. BROOKS, D.R. GILL, J.E. BREAZILE, F.N. OWENS, AND J.B. MORGAN. 2001. Effects of supplemental vitamin D₃ on feed intake, carcass characteristics, tenderness, and muscle properties of beef steers. *J. Anim. Sci.* 79:2844-2850, 2001.

KHIAOSA-ARD, R.; ZEBELI, Q. Meta-analysis of the effects of essential oils and their bioactive compounds on rumen fermentation characteristics and feed efficiency in ruminants. *Journal of Animal Science* 91, 1819–1830, 2013.

KHORRAMI, B., VAKILI, A. R., MESGARAN, M. D., & KLEVENHUSEN, F. Thyme and cinnamon essential oils: Potential alternatives for monensin as a rumen modifier in beef production systems. *Animal Feed Science and Technology*, 200, 8–16, 2015. doi:10.1016/j.anifeedsci.2014.11, 2015.

KLINGERMAN, C. M., W. HU, E. E. MCDONELL, M. C. DERBEDROSIAN, AND L. KUNG, JR. An evaluation of exogenous enzymes with amylolytic activity for dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92:1050–1059. doi:10.3168/jds.2008-1339, 2009.

- LIPPOLIS, J. D.; T. A. REINHARDT; R. A. SACCO; B. J. NONNECKE; AND C. D. NELSON. Treatment of an intramammary bacterial infection with 25-hydroxyvitamin D(3). *PLoS One* 6:e25479, 2011.
- MAKRIS, K.; SEMPOS. C.; CAVALIER E. The measurement of vitamin D metabolites: part I- metabolism of vitamin D and the measurement of 25-hydroxyvitamin D. *Hormones (Athens)*. 19:81–96, 49:32–36, 2020.
- MARQUES, R. D. S., & COOKE, R. F. Effects of ionophores on ruminal function of beef cattle. *Animals*, 11(10), 2871, 2021.
- MARTINEZ, N.; RODNEY, R. M.; BLOCK, E.; HERNANDEZ, L. L.; NELSON, C. D., LEAN, I. J.; SANTOS, J. E. P. Effects of prepartum dietary cation-anion difference and source of vitamin D in dairy cows: Lactation performance and energy metabolism. *Journal of Dairy Science*, 101(3), 2544–2562. doi:10.3168/jds.2017-13739, 2018.
- MARTINS, T. E.; ACEDO, T. S.; GOUVEA, V. N.; VASCONCELLOS, G. S.; ARRIGONI, M. B.; MARTINS, C. L.; ... & SARTOR, A. B. PSVII-6 Effects of 25-hydroxycholecalciferol supplementation on gene expression of feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 98(Supplement_4), 302-303, 2020.
- MCINTOSH, F. M., WILLIAMS, P., LOSA, R., WALLACE, R. J., BEEVER, D. A., & NEWBOLD, C. J. Effects of essential oils on ruminal microorganisms and their protein metabolism. *Applied and environmental microbiology*, 69(8), 5011-5014, 2003.
- MENDOZA, G. D.; LOERA-CORRAL, O.; PLATA-PÉREZ, F. X.; HERNÁNDEZ-GARCÍA, P. A.; RAMÍREZ-MELLA, M. Considerations on the Use of Exogenous Fibrolytic Enzymes to Improve Forage Utilization. *The Scientific World Journal*, 2014, 1–9. doi:10.1155/2014/247437.
- MESCHIATTI, M. A.; GOUVÊA, V. N.; PELLARIN, L. A.; BATALHA, C. D.; BIEHL, M. V.; ACEDO, T. S.; SANTOS, F. A. Feeding the combination of essential oils and exogenous α -amylase increases performance and carcass production of finishing beef cattle. *Journal of Animal Science*. v97, p. 456-471, 2019.
- MEYER, N. F.; ERICKSON, G. E.; KLOPFENSTEIN, T. J.; GREENQUIST, M. A.; LUEBBE, M. K. Effect of essential oils, tylosin, and monensin on finishing steer performance, carcass characteristics, liver abscesses, ruminal fermentation, and digestibility. *J. Anim. Sci.* 87, 2346–2354, 2009.
- MIAO, M., JIANG, B., JIN, Z., & BEMILLER, J. N. Microbial Starch-Converting Enzymes: Recent Insights and Perspectives. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. doi:10.1111/1541-4337.12381, 2018.
- MONTGOMERY, J. L.; BLANTON, J. R.; HORST, R. L.; GALYEAN, M. L.; MORROW, K. J.; WESTER, D. B.; MILLER, M. F. Effects of biological type of beef steers on vitamin D, calcium, and phosphorus status1. *Journal of Animal Science*, 82(7), 2043–2049, 2004.
- MONTGOMERY, J. L.; PARRISH, F. C.; BEITZ, JR. D. C.; HORST, R. L.; HUFF-LONERGAN, E. J.; TRENKLE, A. H. The use of vitamin D₃ to improve beef tenderness. *J. Anim. Sci.* 78:2615–2621, 2000.
- MONTESCHIO, J. O.; DE SOUZA, K. A.; VITAL, A. C. P.; GUERRERO, A.; VALERO, M.V.; KEMPINSKI, E. M. B. C.; BARCELOS, V. C.; NASCIMENTO, K.F.; DO PRADO, I. N. Clove and rosemary essential oils and encapsuled active principles (eugenol, thymol and vanillin blend) on meat quality of feedlot-finished heifers. *Meat Sci.*, 130 (2017), pp. 50-57, 10.1016/j.meatsci.2017.04.002.

- NAGARAJA, T. G.; AVERY, T. B.; BARTLEY, E. E.; GALITZER, S. J.; DAYTON, A. D. Prevention of lactic acidosis in cattle by lasalocid or monensin. *Journal of Animal Science*, 53(1), 206-216, 1981.
- NAGARAJA, T. G.; AVERY, T. B.; BARTLEY, E. E.; ROOF, S. K.; DAYTON, A. D. Effect of lasalocid, monensin or thiopeptin on lactic acidosis in cattle. *J. Anim. Sci.* 54:649, 1982.
- NAZZARO, F.; FRATIANNI, F.; DE MARTINO, L.; COPPOLA, R.; DE FEO, V. Effect of Essential Oils on Pathogenic Bacteria. *Pharmaceuticals*, 6(12), 1451–1474, 2013. doi:10.3390/ph6121451
- NELSON, C. D.; REINHARDT, T. A.; THACKER, T. C.; BEITZ, D. C.; LIPPOLIS, J. D. Modulation of the bovine innate immune response by production of 1 α ,25-dihydroxyvitamin D₃ in bovine monocytes. *J. Dairy Sci.* 93:1041–1049. doi:10.3168/jds.2009-2663, 2010.
- NIEHUES, M.; PERDIGAO, A.; VASCONCELLOS, G. S.; CORREA, H. L.; GOUVEA, D.; DE CARVALHO, V. V.; ACEDO, T. S. 25-hydroxy-vitamin-D₃ improves productive performance of grazing Nelore cattle during dry season. In *Journal of animal science* (Vol. 99, pp. 482-482). Journals dept, 2001 evans rd, cary, nc 27513 usa: oxford univ press inc, 2021.
- NIKAIDO, H. Molecular basis of bacterial outer membrane permeability revisited. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 67, 593–656, 2003.
- NOZIÈRE, P.; STEINBERG, W.; SILBERBERG, M.; MORGAVI, D. P. Amylase addition increases starch ruminal digestion in first-lactation cows fed high and low starch diets. *Journal of Dairy Science*, 97(4), 2319-2328, 2014.
- OLIVEIRA, C. A.; MILLEN, D. D. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. *Animal Feed Science and Technology* 197:64-75, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.08.010>
- ORNAGHI, M. G.; PASSETTI, R. A. C.; TORRECILHAS, J. A.; MOTTIN, C.; VITAL, A. C. P.; GUERRERO, A.; ... PRADO, I. N. Essential oils in the diet of young bulls: Effect on animal performance, digestibility, temperament, feeding behaviour and carcass characteristics. *Animal Feed Science and Technology*, 234, 274–283, 2017.
- OVCHINNIKOV, J. A. Physico chemical basis of ion transport through biological membranes: Ionophores and ion channels. *Eur. J. Biochem.* 94:321, 1979.
- OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J.; GILL, D. R. Acidosis in cattle: A review. *J. Anim. Sci.* 76:275–286, 1998.
- PERRY, T. W.; PURKHISER, E. D.; BEESON, W. M. Effects of supplemental enzymes on nitrogen balance, digestibility of energy and nutrients and on growth and feed efficiency of cattle. *J. Anim. Sci.* 25: 760–764, 1966.
- PINTO, A. C. J.; MILLEN, D. D. Nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists: the 2016 Brazilian survey. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 1, p. CJAS-2018-0031, 2019.
- POINDEXTER, M. B.; KWEH, M. F.; ZIMPEL, R.; ZUNIGA, J.; LOPERA, C.; ZENOBI, M. G.; JIANG, Y.; ENGSTROM, M.; CELI, P.; SANTOS, J. E. P.; NELSON, C. D. Feeding supplemental 25-hydroxyvitamin D₃ increases serum mineral concentrations and alters mammary immunity of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. doi:10.3168/jds.2019-16999, 2019.

PUKROP, J. R., CAMPBELL, B. T., & SCHOONMAKER, J. P. Effect of essential oils on performance, liver abscesses, carcass characteristics and meat quality in feedlot steers. *Animal Feed Science and Technology*, 257, 114296, 2019.

PRESSMAN, B. C.; DEGUZMAN, N. T. Biological applications of ionophores: Theory and practice. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 264(1), 373-386, 1975.

PRESSMAN, B. C. Biological application of ionophores. *Ann. Rev. Biochem.* 45: 501, 1976.

RAO, S. V. R.; RAJU, M. V.; PANDA, A. K.; SAHARAI, P. N.; REDDY, M. R.; SUNDER, G. S.; SHARMA, R. P. Effect of Surfeit Concentrations of Vitamin D3 on Performance, Bone Mineralization and Mineral Retention in Commercial Broiler Chicks. *The Journal of Poultry Science*, 45(1), 25-30 2008.

RICHARDSON, L. F.; RAUN, A. P.; POTTER, E. L.; COOLEY, C. O. Effect of Monensin in rumen fermentation *in vitro* and *in vivo*. *J. Anita. Sci.* 43:657, 1976.

RIVAROLI, D. C.; GUERRERO, A.; VALERO, M.V.; ZAWADZKI, F.; EIRAS, C.E.; CAMPO, M.M.; SAÑUDO, C.; JORGE, A.M.; PRADO, I. N. Effect of essential oils on meat and fat qualities of crossbred young bulls finished in feedlots. *Meat Sci.*, 121 (2016), pp. 278-284, 10.1016/j.meatsci.2016.06.017

RODNEY, R. M.; MARTINEZ, N. P.; CELI, P.; BLOCK, E.; THOMSON, P. C.; WIJFFELS, G.; FRASEE, D. R.; SANTOS, J. E. P.; LEAN, I. J. Associations between bone and energy metabolism in cows fed diets differing in level of dietary cation-anion difference and supplemented with cholecalciferol or calcidiol. *Journal of dairy science*, 101(7), 6581-6601, 2018.

RUBIO, R. R., MARTÍNEZ, G. D. M., & GALVÁN, M. M. C. Uso de la amilasa termoestable de *Bacillus licheniformis* en la digestibilidad *in vitro* del almidón de sorgo y maíz. *Agrociencia*, 35(4), 423-427, 2001.

RUSSELL, J.B. A Proposed mechanism of monensin action in inhibiting ruminant bacterial growth: Effects on ion flux and protonmotive force. *J. Anim. Sci.* 1987, 64, 1519–1525.

RUSSELL, J.B.; STROBEL, H.J. Effect of ionophores on ruminal fermentation. *Appl. Environ. Microbiol.* 55, 1–6, 1989.

ROVICS, J. J. AND ELY, C. M. Response of beef cattle to enzyme supplements. *J. Anim. Sci.* 21: 1012 (Abstr.), 1962.

SACCHETTI, G.; MAIETTI, S.; MUZZOLI, M.; SCAGLIANTI, M.; MANFREDINI, S.; RADICE, M.; BRUNI, R. Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. *Food chemistry*, 91(4), 621-632, 2005.

SAED, H. A. R.; IBRAHIM, H. M. M.; EL-KHODERY, S. A.; YOUSSEF, M. A. Relationship between expression pattern of vitamin D receptor, 1 alpha-hydroxylase enzyme, and chemokine RANTES genes and selected serum parameters during transition period in Holstein dairy cows. *Veterinary Record Open*, 7(1), e000339. doi:10.1136/vetreco-2019-000339, 2020.

SAMUELSON, K. L., M. E. HUBBERT, M. L. GALYEAN, AND C. A. LOEST. Nutritional recommendations of feedlot consulting nutritionists: the 2015 New Mexico State and Texas Tech University survey. *J. Anim. Sci.* 94:2648– 2663. doi:10.2527/jas.2016-0282, 2016.

SCHELLING, G.T. Monensin mode of action in the rumen. *J. Anim. Sci.* 58, 1518–1527, 1984.

SIKKEMA, J.; DE BONT, J. A. M.; POOLMAN, B. Interactions of cyclic hydrocarbons with biological membranes. *J. Biol. Chem.* 269, 8022– 8028, 1994.

SIKKEMA, J.; DE BONT, J.A.M.; POOLMAN, B. Mechanisms of membrane toxicity of hydrocarbons. *Microbiological Reviews* 59 (2), 201 – 222, 1995.

SILVA, A. S.; CORTINHAS, C. S.; ACEDO, T. S.; MORENZ, M. J. F.; LOPES, F. C. F.; ARRIGONI, M. B., ... & PEREIRA, L. G. R. Effects of feeding 25-hydroxyvitamin D3 with an acidogenic diet during the prepartum period in dairy cows: Mineral metabolism, energy balance, and lactation performance of Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 2022. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21727>.

SILVESTRE, A. M.; MILLEN, D. The 2019 Brazilian survey on nutritional practices provided by feedlot cattle consulting nutritionists. *REVISTA BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, v. 50, p. e20200189, 2021.

STEEN, W. W, N. GAY, J. A. BOLING, N. W. BRADLEY, J. W. MCCORMICK, AND L. C. PENDLUM. Effect of monensin on performance and plasma metabolites in growing-finishing steers. *J. Anim. Sci.* 46:350–355, 1978.

SOUZA, P. M. & MAGALHÃES, P. O. Application of microbial α -amylase in industry - a review. *Brazilian Journal of Microbiology*, 41(4): 850-861, 2010.

SRKUEA, R.; ZHANG, X.; PARK-SARGE, O. K.; ESSER, K. A. VDR and CYP27B1 are expressed in C2C12 cells and regenerating skeletal muscle: potential role in suppression of myoblast proliferation. *Am J Physiol Cell Physiol* 2012;303:C396–405.

SUJANI, S.; SERESINHE, R.T. Exogenous enzymes in ruminant nutrition: A review. *Asian Journal of Animal Science*, Egito, v.93, n.3, p. 85–99, 2015.

SWANEK, S. S.; J. B. MORGAN; F. N. OWENS; D. R. GILL; C. A. STRASIA; H. G. DOLEZAL; F. K. RAY. Vitamin D₃ supplementation of beef steers increases longissimus tenderness. *J. Anim. Sci.* 77:874–881, 1999.

TANYILDIZI, M.S.; OZER, D.; ELIBOL, M. Optimization of alfa-amylase production by *Bacillus* sp. using response surface methodology *Process Biochem* 40, 2291–2296, 2005.

TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; TYLUTKI, T.P. Potential environmental benefits of ionophores in ruminant diets. *Journal of Environmental Quality*, v.32, n.5, p.1591-1602, 2003.

TESTER, R.F.; KARKALAS, J.; QI, X. Starch—composition, fine structure and architecture. *J. Cereal Sci.* 39, 151–165, 2004.

TOSETI, L. B., GOULART, R. S., GOUVÊA, V. N., ACEDO, T. S., VASCONCELLOS, G. S. F. M., PIRES, A. V., ... SILVA, S. L. Effects of a blend of essential oils and exogenous α -amylase in diets containing different roughage sources for finishing beef cattle. *Animal Feed Science and Technology*, 114643, 2020.

TRICARICO, J. M.; J. D. JOHNSTON; K. A. DAWSON; K. C. HANSON; K. R. MCLEOD; D. L. HARMON. The effects of an *Aspergillus oryzae* extract containing alpha-amylase activity on ruminal fermentation and milk production in lactating Holstein cows. *J. Anim. Sci.* 81:365–374, 2005.

TRICARICO, J. M.; ABNEY, M. D.; GALYEAN, M. L.; RIVERA, J. D.; HANSON, K. C.; MCLEOD, K. R.; HARMON, D. L. Effects of a dietary *Aspergillusoryzae* extract containing alpha-amylase activity

on performance and carcass characteristics of finishing beef cattle. J. Anim. Sci. 85:802– 811. doi:10.1128/AEM.69.8.5011-5014.2003, 2007.

TRICARICO, J. M.; JOHNSTON, J. D.; DAWSON, K. A. Dietary supplementation of ruminant diets with an *Aspergillus oryzae* α -amylase. Animal Feed Science and Technology, 145(1-4), 136-150, 2008.

TURINA, A.V.; NOLAN, M.V.; ZYGADLO, J.A.; PERILLO, M.A. Natural terpenes: self-assembly and membrane partitioning. Biophys. Chem. 122, 101–113, 2006.

ULTEE, A.; BENNIK, M.H.; MOEZELAAR, R. The phenolic hydroxyl group of carvacrol is essential for action against the food-borne pathogen *Bacillus cereus*. Appl. Environ. Microbiol. 68, 1561–1568, 2002.

VAN DER MAAREL, M.J.; VAN DER VEEN, B.; UITDEHAAG, J.C.; LEEMHUIS, H.; DIJKHUIZEN, L. Properties and applications of starch-converting enzymes of the α -amylase family. J. Biotechnol. 94, 137-155, 2002.

VIGNALE, K.; GREENE, E. S.; CALDAS, J. V.; ENGLAND, J. A.; BOONSINCHAI, N.; SODSEE, P.; COON, C. N. 25-hydroxycholecalciferol enhances male broiler breast meat yield through the mTOR pathway. The Journal of nutrition, 145(5), 855-863, 2015.

XU, H. J.; JIANG, X.; ZHANG, C. R.; MA, G. M.; WANG, L. H.; ZHANG, Q. Y.; ZHANG, Y. G. Effects of dietary 25-hydroxyvitamin D₃ on the lactation performance, blood metabolites, antioxidant and immune function in dairy cows. Livestock Science, 248, 104497, 2021.

WEIMER, P.J.; STEVENSON, D.M.; MERTENS, D.R.; THOMAS, E.E. Effect of monensin feeding and withdrawal on populations of individual bacterial species in the rumen of lactating dairy cows fed high-starch rations. Appl. Microbiol. Biotechnol. 2008, 80, 135–145.

WEISS, W. P.; STEINBERG, W.; ENGSTROM, M. A. Milk production and nutrient digestibility by dairy cows when fed exogenous amylase with coarsely ground dry corn. Journal of dairy science, 94(5), 2492-2499, 2011.

WEISS, W. P.; AZEM, E.; STEINBERG, W.; REINHARDT, T. A. Effect of feeding 25-hydroxyvitamin D₃ with a negative cation-anion difference diet on calcium and vitamin D status of periparturient cows and their calves J. Dairy Sci., 98, pp. 5588-5600 26051311, 2015.

WERTZ, A.E.; KNIGHT, T.J.; TRENKLE, A.; SONON, R.; HORDT, R.L.; HUFFLONERGAN, E.J.; BEITZ, D.C. Feeding 25-hydroxyvitamin D₃ to improve beef tenderness. Journal of Animal Science, v. 82, p. 1410-1418, 2004.

WILKENS, M. R.; OBERHEIDE, I.; SCHRODER, B.; AZEM, E.; STEINBERG, W.; BrevesInfluence of the combination of 25-hydroxyvitamin D₃ and a diet negative in cation-anion difference on periparturient calcium homeostasis of dairy cows J. Dairy Sci., 95, pp. 151-164 22192194, 2012.

YANG, W. Z., B. N. AMETAJ, C. BENCHAAR, M. L. HE, AND K. A. BEAUCHEMIN. Cinnamaldehyde in feedlot cattle diets: intake, growth performance, carcass characteristics, and blood metabolites. J. Anim. Sci. 88:1082– 1092, 2010.

ZILIO, E. M.; DEL VALLE, T. A.; GHIZZI, L. G.; TAKIYA, C. S.; DIAS, M. S.; NUNES, A. T.; ... & RENNO, F. P. Effects of exogenous fibrolytic and amylolytic enzymes on ruminal fermentation and performance of mid-lactation dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 102(5), 4179-4189, 2019.

Gouvêa et al, (2019a) e Toseti et al, (2020), também não observaram alterações no pH ruminal com a suplementação BEO+AM em comparação com a MON. Por outro lado, Benchaar et al. (2006) relataram que a suplementação com o mesmo BEO aumentou (6,50 vs. 6,39) o pH ruminal das vacas independente da adição de MON.

7 CONCLUSÃO

A alimentação de bovinos confinados com uma combinação específica de BEO+AM ou ainda BEO+AM+HyD alterou o comportamento ingestivo, melhorou a saúde ruminal e aumentou a IMS proporcionando maior desempenho e produção de carcaça sem alterar a eficiência alimentar dos animais e a qualidade da carne. Portanto, esses dois aditivos alimentares específicos avaliados no presente estudo (BEO+AM) podem ser uma alternativa para substituir a MON em dietas de terminação em confinamento. Além disso, a suplementação de 1 mg de 25-(OH)D₃ tem o potencial para aumentar o rendimento de carcaça dos animais, mas não tem impacto na maciez da carne.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEDO, T. S.; NUNES DE GOUVEA, V.; DE SOUZA FLORIANO MACHADO DE VASCONCELLOS, G.; ARRIGONI, M.; LUDOVICO MARTINS, C.; MILLEN, D.; DOMINGUES SARTOR, A. PSXVII-27 Effect of 25-hydroxy-vitamin-D₃ on feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 96(suppl_3), 447-448, 2018.
- ALZAHAL, O., KEBREAB, E., FRANCE, J., FROETSCHER, M., & MCBRIDE, B. W. (2008). Ruminal Temperature May Aid in the Detection of Subacute Ruminal Acidosis. *Journal of Dairy Science*, 91(1), 202–207. doi:10.3168/jds.2007-0535
- ANDREAZZI, A. S. R., M. N. PEREIRA, R. B. REIS, R. A. N. PEREIRA, N. N. MORAIS JUNIOR, T. S. ACEDO, R. G. HERMES, AND C. S. CORTINHAS. Effect of exogenous amylase on lactation performance of dairy cows fed a high starch diet. *J. Dairy Sci.* 101:7199–7207. doi:10.3168/ jds.2017-14331, 2018.
- AOAC. Official Methods of Analysis. 18th edn. Association of Official Analytical Chemists; Arlington, VA, USA: 2005.
- Association of Official Analytical Chemists – AOAC. Official methods of analyses. 13. ed. Washington, D.C. 1990. 1141p.
- BARKER, I. K.; VAN DREUMEL, A. A.; PALMER, N. The alimentary system. In: JUBB, K. V. F.; KENNEDY, P. C.; PALMER, N. (Ed.). *Pathology of domestic animals*. 4. ed. San Diego: Academic, 1995. v. 2, p. 2-203.
- BEAUCHEMIN, K. A.; YANG, W. Z.; RODE, L. M. Effects of barley grain processing on the site and extent of digestion of beef feedlot finishing diets. *Journal of Animal Science*, 79(7), 1925-1936, 2001.
- BENCHAAR, C.; PETIT, H.V.; BERTHIAUME, R.; WHYTE, T.D.; CHOUINARD, P.Y. Effects of addition of essential oils and monensin premix on digestion, ruminal fermentation, milk production, and milk composition in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89, 4352–4364, 2006.

- BIGHAM, M. L.; MCMANUS, W. R. Whole wheat grain feeding of lambs. Effects of roughage and wheat grain mixtures. *Australian Journal of Agricultural Research*, 26 (6):1053-1062, 1975.
- BRINK, D. R., LOWRY, S. R., STOCK, R. A., 1990. Severity of liver abscesses and efficiency of feed. *Journal of Animal Science*, 68(5):1201-1207.
- BUTAYE, P.; DEVRIESE, L. A.; HAESBROUCK, F. Antimicrobial growth promoters used in animal feed: effects of less well known antibiotics on gram-positive bacteria. *Clin. Microbiol. Rev.* 16:175–188, 2003.
- CALSAMIGLIA, S.; BUSQUET, M.; CARDOZO, P.W.; CASTILLEJOS, L.; FERRET, A. Invited review: essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. *J. Dairy Sci.* 90, 2580–2595, 2007.
- CARNAGEY, K.M.; HUFF-LONERGAN, E.J.; LONERGAN, S.M.; TRENKLE, A; HORST, R.L.; BEITZ, D.C. Use of 25-hydroxyvitamin D₃ and dietary calcium to improve tenderness of beef from the round of beef cows. *Journal of Animal Science*, v. 86, p. 1637-1648, 2008
- CARVALHO, S.; RODRIGUES, M. T.; BRANCO, R. H.; RODRIGUES, C. A. F. Comportamento ingestivo de cabras Alpinas em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro proveniente da forragem. *Rev. Bras. Zootec.*, 35(2):562-568, 2006.
- CARVALHO, V. V.; PERDIGÃO, A. PSXIV-11 Supplementation of 25-hydroxy-vitamin-D₃ and increased vitamin E as a strategy to increase carcass weight of feedlot beef cattle. *Journal of Animal Science*, 97(Suppl 3), 440, 2019.
- CHIZZOTTI, M. L., MACHADO, F. S., VALENTE, E. E. L., PEREIRA, L. G. R., CAMPOS, M. M., TOMICH, T. R., ... RIBAS, M. N. (2015). Technical note: Validation of a system for monitoring individual feeding behavior and individual feed intake in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 98(5), 3438–3442. doi:10.3168/jds.2014-892510.31.
- COSTA, S. F., PEREIRA, M. N., L. MELO, Q., RESENDE JÚNIOR, J. C., CHAVES, M. L. Alterações morfológicas induzidas por butirato, propionato e lactato sobre a mucosa ruminal e a epiderme de bezerros – I Aspectos histológicos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 60(1):1-9, 2008.
- COSTA, C. F., BRICHI, A. L. C., MILLEN, D. D., GOULART, R. S., PEREIRA, I. C., ESTEVAM, D. D., ... & ARRIGONI, M. D. B. Feedlot performance, carcass characteristics and meat quality of Nellore bulls and steers fed Zilpaterol hydrochloride. *Livestock Science*, 227, 166-174, 2019.
- CROSSLAND, W. L., CAGLE, C. M., SAWYER, J. E., CALLAWAY, T. R., & TEDESCHI, L. O. Evaluation of active dried yeast in the diets of feedlot steers. II. Effects on rumen pH and liver health of feedlot steers. *Journal of animal science*, 97(3), 1347-1363, 2019.
- DANIEL, J. L. P., RESENDE JÚNIOR, J. C., CRUZ, F. J., 2006. Participação do ruminoretículo e omaso na superfície absorviva total do proventrículo de bovinos. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science* 43, 688—694.
- DE SOUZA, K. A.; DE OLIVEIRA MONTESCHIO, J.; MOTTIN, C.; RAMOS, T. R.; DE MORAES PINTO, L. A.; EIRAS, C. E.; ... DO PRADO, I. N. Effects of diet supplementation with clove and rosemary essential oils and protected oils (eugenol, thymol and vanillin) on animal performance, carcass characteristics, digestibility, and ingestive behavior activities for Nellore heifers finished in feedlot. *Livestock Science*. 220 (2019) 190–195, 2018.
- DIOLORENZO, N., AND M. L. GALYEAN. 2010. Applying technology with newer feed ingredients in feedlot diets: do the old paradigms apply? *J. Anim. Sci.* 88(13 Suppl.):E123–E132. doi:10.2527/jas.2009-2362

DILorenzo, N., D. R. SMITH, M. J. QUINN, M. L. MAY, C. H. PONCE, W. STEINBERG, M. A. ENGSTROM, AND M. L. GALYEAN. Effects of grain processing and supplementation with exogenous amylase on nutrient digestibility in feedlot diets. *Livest. Sci.* 137:178–184, 2011.

DINIUS, D.A.; SIMPSON, M.E.; MARSH, P.B. Effect of monensin fed with forage on digestion and the ruminal ecosystem of steers. *J. Anim. Sci.* 1976, 42, 229–234.

DENNIS, S.M.; NAGARAJA, T.G.; BARTLEY, E.E. Effect of lasalocid or monensin on lactate production from in vitro rumen fermentation of various carbohydrates. *J. Dairy Sci.* 1981, 64, 2350–2356.

DZIK, K. P.; & KACZOR, J. J. Mechanisms of vitamin D on skeletal muscle function: oxidative stress, energy metabolism and anabolic state. *European journal of applied physiology*, 119, 825-839, 2019.

DUFFIELD, T.F.; MERRILL, J.K.; BAGG, R.N. Meta-analysis of the effects of monensin in beef cattle on feed efficiency, body weight gain, and dry matter intake. *J. Anim. Sci.* 2012, 90, 4583–4592.

ESTRADA-ANGULO, A., MENDOZA-CORTEZ, D. A., RAMOS-MÉNDEZ, J. L., ARTEAGA-WENCES, Y. J., URÍAS-ESTRADA, J. D., CASTRO-PÉREZ, B. I., ... & PLASCENCIA, A. Comparing Blend of Essential Oils Plus 25-Hydroxy-Vit-D3 Versus Monensin Plus Virginiamycin Combination in Finishing Feedlot Cattle: Growth Performance, Dietary Energetics, and Carcass Traits. *Animals*, 12(13), 1715, 2022.

FERNANDES, A. R. M.; SAMPAIO, A. A. M.; HENRIQUE, W.; OLIVEIRA, E. A.; TULLIO, R. R.; PERECIN, D. Carcass and meat characteristic of cattle receiving diferentes diets in feedlot. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 60, p. 139-147, 2008.

FOOTE, M.R.; HORST, R.L.; HUFF-LONERGAN, E.J.; TRENKLE, A.H.; PARRISH, F.C. JR.; BEITZ, D.C. The use of vitamin D₃ and its metabolites to improve beef tenderness. *Journal of Animal Science*, v. 82, p. 242-249, 2004.

FOX, D.G., TEDESCHI, L.O., TYLUTKI, T.P., et al. The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. *Animal Feed Science and Technology*. 112:29-78. 2004.

GENCOGLU, H., R. D. SHAVER, W. STEINBERG, J. ENSINK, L. F. FERRARETTO, S. J. BERTICS, J. C. LOPES, AND M. S. AKINS. Effect of feeding a reduced-starch diet with or without amylase addition on lactation performance in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 93:723–732. doi:10.3168/jds.2009-2673, 2010.

GIRGIS, C. M., MOKBEL, N., CHA, K. M., HOUWELING, P. J., ABOUD, M., FRASER, D. R., ... & GUNTON, J. E. The vitamin D receptor (VDR) is expressed in skeletal muscle of male mice and modulates 25-hydroxyvitamin D (25OHD) uptake in myofibers. *Endocrinology*, 155(9), 3227-3237, 2014.

GOODRICH, R. D., J. E. GARRETT, D. R. GAST, M. A. KIRICK, D. A. LARSON, AND J. C. MEISKE. Influence of monensin on the performance of cattle. *J. Anim. Sci.* 58:1484–1498. doi:10.2527/jas1984.5861484x, 1984.

GOUVÊA, V. N; MESCHIATTI, M. A. P.; MORAES, J. M. M.; BATALHA, C. D. A.; DÓREA, J. R. R.; ACEDO, T. S.; TAMASSIA, L. F. M.; OWENS, F. N.; SANTOS, F. A. P. Effects of alternative feed additives and flint maize grain particle size on growth performance, carcass traits and nutrient digestibility of finishing beef cattle. *The Journal of Agricultural Science* 1–13, 2019a. <https://doi.org/10.1017/S0021859619000728>

- GOUVÊA, V. N.; VASCONCELLOS, G. S.; ACEDO, T. S.; TAMASSIA, L. F. 399 The 25-hydroxyvitamin D₃ supplementation improves animal performance of Nellore cattle grazed in tropical grass. *Journal of Animal Science*, 97(Supplement_3), 161–161. doi:10.1093/jas/skz258.331, 2019b.
- HUFF-LONERGAN, E., T. MITSUHASHI, D. D. BEEKMAN, F. C. PARRISH, JR., D. G. OLSON, AND R. M. ROBSON. 1996. Proteolysis of specific muscle structural proteins by μ -calpain at low pH and temperature is similar to degradation in postmortem bovine muscle. *J. Anim. Sci.* 74:993–1008.
- HUTTON, K.C.; VAUGHN, M. A.; LITTA, G.; TURNER, B. J.; STARKEY, J. D. Effect of vitamin D status improvement with 25-hydroxycholecalciferol on skeletal muscle growth characteristics and satellite cell activity in broiler chickens. *J. Anim. Sci.* 92:3291–9, 2014.
- KARGES, K., J.C. BROOKS, D.R. GILL, J.E. BREAZILE, F.N. OWENS, AND J.B. MORGAN. 2001. Effects of supplemental vitamin D₃ on feed intake, carcass characteristics, tenderness, and muscle properties of beef steers. *J. Anim. Sci.* 79:2844-2850, 2001.
- KARGES, K., OWENS, F. N., GILL, D. R., & MORGAN, J. B. Effects of supplemental vitamin D levels on feed intake and blood minerals of yearling steers. *Animal Science Research Report*, 134-142, 1999.
- LAWRENCE, R. W., DOYLE, J., ELLIOTT, R., LOXTON, I., MCMENIMAN, J. P., NORTON, B. W., ... & TUME, R. W. (2006). The efficacy of a vitamin D₃ metabolite for improving the myofibrillar tenderness of meat from *Bos indicus* cattle. *Meat Science*, 72(1), 69-78.
- LOFGREEN, G. P.; GARRET, W. N. Garret. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. *J. Anim. Sci.*, v.27, p.793-806, 1968.
- LI, Y. L., C. LI, K. A. BEAUCHEMIN, AND W. Z. YANG. Effects of a commercial blend of essential oils and monensin in a high-grain diet containing wheat distillers' grains on in vitro fermentation. *Can. J. Anim. Sci.* 93:387–398, 2013. doi:10.4141/cjas2013-028
- MARTINS, T. E.; ACEDO, T. S.; GOUVEA, V. N.; VASCONCELLOS, G. S.; ARRIGONI, M. B.; MARTINS, C. L.; ... & SARTOR, A. B. PSVII-6 Effects of 25-hydroxycholecalciferol supplementation on gene expression of feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 98(Supplement_4), 302-303, 2020.
- MACDOUGALL, D. B. Changes in the colour and opacity of meat. *Food Chemistry*, 9(1-2), 75–88, 1982. doi:10.1016/0308-8146(82)90070-x.
- MARESCA, S., VALIENTE, S. L., RODRIGUEZ, A. M., TESTA, L. M., LONG, N. M., QUINTANS, G. I., & PAVAN, E. The influence of protein restriction during mid-to late gestation on beef offspring growth, carcass characteristic and meat quality. *Meat science*, 153, 103-108, 2019.
- MELO, L. Q.; COSTA, S. F.; LOPES, F.; GUERREIRO, M. C.; ARMENTANO, L. E.; PEREIRA, M. N. 2013. Rumen morphometrics and the effect of digesta pH and volume on volatile fatty acid absorption. *Journal of Animal Science* 91, 1775–1783.
- MESCHIATTI, M. A.; GOUVÊA, V. N.; PELLARIN, L. A.; BATALHA, C. D.; BIEHL, M. V.; ACEDO, T. S.; SANTOS, F. A. Feeding the combination of essential oils and exogenous α -amylase increases performance and carcass production of finishing beef cattle. *Journal of Animal Science*. v97, p. 456-471, 2019.
- MEYER, N. F.; ERICKSON, G. E.; KLOPFENSTEIN, T. J.; GREENQUIST, M. A.; LUEBBE, M. K. Effect of essential oils, tylosin, and monensin on finishing steer performance, carcass characteristics, liver abscesses, ruminal fermentation, and digestibility. *J. Anim. Sci.* 87, 2346–2354, 2009.

- MONTESCHIO, J. O.; DE SOUZA, K. A.; VITAL, A. C. P.; GUERRERO, A.; VALERO, M.V.; KEMPINSKI, E. M. B. C.; BARCELOS, V. C.; NASCIMENTO, K.F.; DO PRADO, I. N. Clove and rosemary essential oils and encapsuled active principles (eugenol, thymol and vanillin blend) on meat quality of feedlot-finished heifers. *Meat Sci.*, 130 (2017), pp. 50-57, 10.1016/j.meatsci.2017.04.002.
- MONTGOMERY, J. L., CARR, M. A., KERTH, C. R., HILTON, G. G., PRICE, B. P., GALYEAN, M. L., ... & MILLER, M. F. Effect of vitamin D3 supplementation level on the postmortem tenderization of beef from steers. *Journal of Animal Science*, 80(4), 971-981, 2002.
- MONTGOMERY, J. L., BLANTON JR, J. R., HORST, R. L., GALYEAN, M. L., MORROW JR, K. J., WESTER, D. B., & MILLER, M. F. Effects of biological type of beef steers on vitamin D, calcium, and phosphorus status. *Journal of animal science*, 82(7), 2043-2049, 2004.
- MORAES PM, LOUREIRO VR, PADILHA PM, NEVES RCF, SALEH MAD, SANTOS FA. Determinação de fósforo biodisponível em rações de peixes utilizando extração assistida por ultra-som e espectrofotometria no visível. *Quim Nova*.2009;32(4):923–7.
- NAGARAJA, T. G.; AVERY, T. B.; BARTLEY, E. E.; ROOF, S. K.; DAYTON, A. D. Effect of lasalocid, monensin or thiopeptin on lactic acidosis in cattle. *J. Anim. Sci.* 54:649, 1982.
- NAGARAJA, T. G., AND K. F. LECHTENBERG. Acidosis in feedlot cattle. *Vet. Clin. Food Animal*. v.23, p.333-350. 2007.
- NELSON, C. D., T. A. REINHARDT, J. D. LIPPOLIS, R. E. SACCO, AND B. J. NONNECKE. 2012. Vitamin D signaling in the bovine immune system: A model for understanding human vitamin D requirements. *Nutrients* 4:181–196, 2012, doi:10.3390/nu4030181.
- NEVES, R. C. F.; MORAES, P. M.; SALEH, M. A. D.; LOUREIRO, V. R.; SILVA; BARROS, M. M.; PADILHA, C. C. F.; ALVES JORGE, S.M.; PADILHA P. M. FAAS determination of metal nutrients in fish feed after ultrasound extraction. *Food Chemistry*, v. 113, p. 679-683, 2009.
- NIEHUES, M.; PERDIGAO, A.; VASCONCELLOS, G. S.; CORREA, H. L.; GOUVEA, D.; DE CARVALHO, V. V.; ACEDO, T. S. 25-hydroxy-vitamin-D₃ improves productive performance of grazing Nelore cattle during dry season. In *Journal of animal science* (Vol. 99, pp. 482-482). Journals dept, 2001 evans rd, cary, nc 27513 usa: oxford univ press inc, 2021.
- NRC (National Research Council). *Nutrient requirements of beef cattle*. 6th ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1984.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, NASCEM. 2016. *Nutrient requirements of beef cattle*. 8th Rev. ed. Washington, DC: The National Academies Press. doi.org/10.17226/19014
- OLIVEIRA, C. A.; MILLEN, D. D. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. *Animal Feed Science and Technology* 197:64-75, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.08.010>.
- ORNAGHI, M. G.; PASSETTI, R. A. C.; TORRECILHAS, J. A.; MOTTIN, C.; VITAL, A. C. P.; GUERRERO, A.; ... PRADO, I. N. Essential oils in the diet of young bulls: Effect on animal performance, digestibility, temperament, feeding behaviour and carcass characteristics. *Animal Feed Science and Technology*, 234, 274–283, 2017.
- ORNAGHI, M. G., GUERRERO, A., VITAL, A. C. P., DE SOUZA, K. A., PASSETTI, R. A. C., MOTTIN, C., ... DO PRADO, I. N. (2020). Improvements in the quality of meat from beef cattle fed natural additives. *Meat Science*, 108059. doi:10.1016/j.meatsci.2020.108059.

PINTO, A. C. J.; MILLEN, D. D. Nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists: the 2016 Brazilian survey. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 1, p. CJAS-2018-0031, 2018.

POJEDNIC, R. M., & CEGLIA, L. The emerging biomolecular role of vitamin D in skeletal muscle. *Exercise and sport sciences reviews*, 42(2), 76, 2014.

PENNER, G. B., K. A. BEAUCHEMIN, AND T. MUTSVANGWA. Severity of ruminal acidosis in primiparous Holstein cows during the periparturient period. *J. Dairy Sci.* 90:365–375, 2007. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(07\)72638-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(07)72638-3).

PENNER, G.B.; STEELE, M.A.; ASCHENBACH, J.R.; MCBRIDE, B.W. Ruminant nutrition symposium: molecular adaptation of ruminal epithelia to highly fermentable diets. *J. Anim. Sci.* 89, 1108–1119, 2011. <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2010-3378>.

PLAIZIER, J. C.; D. O. KRAUSE; G. N. GOZHO; AND B. W. MCBRIDE. Subacute ruminal acidosis in dairy cows: The physiological causes, incidence and consequences. *Vet. J.* 176:21–31, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.016>.

RESENDE JÚNIOR, J. C., ALONSO, L. S., PEREIRA, M. N., ROCA, M. G., DURC, M. M. V., OLIVEIRA, E. C., MELO, L. A. Effect of the feeding pattern on rumen wall morphology of cow and sheep. *BraS. j. vet. res. anim. sci*, 43(4):526-536, 2006.

RIVAROLI, D. C.; GUERRERO, A.; VALERO, M.V.; ZAWADZKI, F.; EIRAS, C.E.; CAMPO, M.M.; SAÑUDO, C.; JORGE, A.M.; PRADO, I. N. Effect of essential oils on meat and fat qualities of crossbred young bulls finished in feedlots. *Meat Sci.*, 121 (2016), pp. 278-284, [10.1016/j.meatsci.2016.06.017](https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.06.017)

RUSSELL, J. B., AND D. B. WILSON. 1996. Why are ruminal cellulolytic bacteria unable to digest cellulose at low pH? *J. Dairy Sci.* 79:1503–1509.

SRIKUEA, R., ZHANG, X., PARK-SARGE, O. K., & ESSER, K. A. VDR and CYP27B1 are expressed in C2C12 cells and regenerating skeletal muscle: potential role in suppression of myoblast proliferation. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*, 303(4), C396-C405, 2012.

SALEH, MAYRA A. D.; PADILHA, PEDRO M.; HAUPTLI, LUCÉLIA; BERTO, DIRLEI A. The ultra-sonication of minerals in swine feed. *Journal of animal science and biotechnology*, v. 6:32, p. 1-8, 2015.

SALLES, J.; CHANET, A.; GIRAUDET, C.; PATRAC, V.; PIERRE, P.; JOURDAN, M.; LUIKING, Y.C.; VERLAAN, S.; MIGNÉ, C.; BOIRIE, Y.; WALRAND, S. 1,25(OH)₂-vitamin D₃ enhances the stimulating effect of leucine and insulin on protein synthesis rate through Akt/PKB and mTOR mediated pathways in murine C2C12 skeletal myotubes. *Molecular Nutrition & Food Research*, v. 57, p. 2137-2146, 2013.

SAMUELSON, K. L., M. E. HUBBERT, M. L. GALYEAN, AND C. A. LOEST. Nutritional recommendations of feedlot consulting nutritionists: the 2015 New Mexico State and Texas Tech University survey. *J. Anim. Sci.* 94:2648– 2663. doi:10.2527/jas.2016-0282, 2016.

SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S.; BEAUCHEMIN, K. A.; GIBB, D. J.; CREWS JR, D. H.; HICKMAN, D. D.; STREETER, M.; MCALLISTER, T. A. Effect of bunk management on feeding behavior, ruminal acidosis and performance of feedlot cattle: A review. *Journal of Animal Science*, 81(14_suppl_2), E149-E158, 2003.

SHACKELFORD, S. D., WHEELER, T. L., & KOOHMARAIE, M. Evaluation of slice shear force as an objective method of assessing beef *longissimus* tenderness. *Journal of animal science*, 77(10), 2693-2699, 1999.

SILVESTRE, A. M.; MILLEN, D. The 2019 Brazilian survey on nutritional practices provided by feedlot cattle consulting nutritionists. *REVISTA BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, v. 50, p. e20200189, 2021.

TORRES, R. N. S.; PASCHOALOTO, J. R.; EZEQUIEL, J. M. B.; DA SILVA, D. A. V.; ALMEIDA, M. T. C. Meta-analysis of the effects of essential oil as an alternative to monensin in diets for beef cattle. *The Veterinary Journal*, 272, 105659, 2021.

TOSETI, L. B., GOULART, R. S., GOUVÊA, V. N., ACEDO, T. S., VASCONCELLOS, G. S. F. M., PIRES, A. V., ... SILVA, S. L. Effects of a blend of essential oils and exogenous α -amylase in diets containing different roughage sources for finishing beef cattle. *Animal Feed Science and Technology*, 114643, 2020.

TRICARICO, J. M.; ABNEY, M. D.; GALYEAN, M. L.; RIVERA, J. D.; HANSON, K. C.; MCLEOD, K. R.; HARMON, D. L. Effects of a dietary *Aspergillus oryzae* extract containing alpha-amylase activity on performance and carcass characteristics of finishing beef cattle. *J. Anim. Sci.* 85:802– 811. doi:10.1128/AEM.69.8.5011-5014.2003, 2007.

TRICARICO, J. M.; JOHNSTON, J. D.; DAWSON, K. A. Dietary supplementation of ruminant diets with an *Aspergillus oryzae* α -amylase. *Animal Feed Science and Technology*, 145(1-4), 136-150, 2008.

VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J. B., LEWIS, B. A., 1991. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 10:3583-3597.

VIGNALE, K.; GREENE, E. S.; CALDAS, J. V.; ENGLAND, J. A.; BOONSINCHAI, N.; SODSEE, P.; COON, C. N. 25-hydroxycholecalciferol enhances male broiler breast meat yield through the mTOR pathway. *The Journal of nutrition*, 145(5), 855-863, 2015.

WATANABE, D. H. M.; BERTOLDI, G. P.; SANTOS, A. A.; SILVA FILHO, W. I.; OLIVEIRA, L. F. R.; PINTO, A. C. J.;...MILLEN, D. D. Growth performance and rumen morphometrics of Nellore and ½ Angus/Nellore feedlot cattle adapted over 9 and 14 days to high-concentrate diets. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 2021. doi:10.1111/jpn.13542.

WEISS, W. P., H. R. CONRAD, AND R. S. PIERRE. A theoretically based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. *Anim. Feed Sci. Technol.* 39:95–119. doi:10.1016/0377-8401(92)90034-4, 1992.

WEISS, W. P., AZEM, E., STEINBERG, W., & REINHARDT, T. A. Effect of feeding 25-hydroxyvitamin D₃ with a negative cation-anion difference diet on calcium and vitamin D status of periparturient cows and their calves. *Journal of Dairy Science*, 98(8), 5588-5600, 2015.

WERTZ, A.E.; KNIGHT, T.J.; TRENKLE, A.; SONON, R.; HORDT, R.L.; HUFFLONERGAN, E.J.; BEITZ, D.C. Feeding 25-hydroxyvitamin D₃ to improve beef tenderness. *Journal of Animal Science*, v. 82, p. 1410-1418, 2004.

ZILIO, E. M.; DEL VALLE, T. A.; GHIZZI, L. G.; TAKIYA, C. S.; DIAS, M. S.; NUNES, A. T.; ... & RENNÓ, F. P. Effects of exogenous fibrolytic and amylolytic enzymes on ruminal fermentation and performance of mid-lactation dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 102(5), 4179-4189, 2019.

ZINN, R. A.; SHEN, Y. An evaluation of ruminally degradable intake protein and metabolizable amino acid requirements of feedlot calves. *Journal Animal Science*, 76:1280-128, 1998.