

UFV

Universidade Federal
de Viçosa

ANAIS

VIII

SIMLETTE

17 e 18 de Novembro de 2021
EVENTO ON-LINE

ANAIS

VIII SIMLEITE

17 e 18 de Novembro de 2021

EVENTO ON-LINE

Editores:

Polyana Pizzi Rotta
Alex Lopes da Silva
Cristina Mattos Veloso
José Domingos Guimarães
Tássia Barrera de Paula e Silva
Aline Marangon de Oliveira
Kellen Ribeiro de Oliveira
Marina Madureira Ferreira
Rafael Pereira Barbosa
Tiago Mendonça Arruda
Lívia Santos Rodrigues
João Vitor da Silva Rangel

Acadêmicos:

Tássia Barrera de Paula e Silva
Aline Marangon de Oliveira
Kellen Ribeiro de Oliveira
Marina Madureira Ferreira
Rafael Pereira Barbosa
Tiago Mendonça Arruda
Lívia Santos Rodrigues
João Vitor da Silva Rangel

Professores:

Polyana Pizzi Rotta
Alex Lopes da Silva
Cristina Mattos Veloso
José Domingos Guimarães

ORGANIZAÇÃO



Copyright © 2021 – Todos os direitos reservados. Lei nº 9.610/1998 dos Direitos Autorais do Brasil. Conforme determinação legal, essa obra não pode ser plagiada, utilizada ou reproduzida sem a autorização dos autores. O conteúdo dos artigos contidos nesta publicação são de inteira responsabilidade dos autores.

R747a Rotta, Polyana Pizzi, *et al.*

Anais XIII SIMLEITE / Polyana Pizzi Rotta; Alex Lopes da Silva; Cristina Mattos Veloso; José Domingos Guimarães; Tássia Barrera de Paula e Silva; Aline Marangon de Oliveira; Kellen Ribeiro de Oliveira; Marina Madureira Ferreira; Rafael Pereira Barbosa; Tiago Mendonça Arruda; Lívia Santos Rodrigues; João Vitor da Silva Rangel (editores). São Carlos: Editora Scienza, 2021.

326 p. il. color. on-line

ISBN – 978-65-5668-057-6

DOI – <http://dx.doi.org/10.26626/9786556680576.2021.B001>

1. nutrição bovina. 2. reprodução bovina. 3. rebanho leiteiro. 4. saúde bovina. 5. custo operacional. 6. qualidade do leite. I. Eds. II. Título.

CDD 630



+55 16 992 853 689
www.editorascienza.com.br
gustavo@editorascienza.com

Agroceres Multimix
presente no sucesso do

Agronegócio

e do Brasil

No último ano, investimos mais de **10 milhões de reais** em pesquisas, ajudamos a produzir quase **3 milhões de toneladas de proteína animal** e contribuimos para o desenvolvimento de mais de **15 mil famílias**.
Imagina em 45 anos!

45
Anos

agroceres
MULTIMIX

MUITO MAIS QUE NUTRIÇÃO

Acesse o QR CODE
e assista ao filme.



PATROCÍNIO



FOMENTO



Passamos por momentos muito difíceis. Os anos de 2020 e 2021 foram intensos e pesados, e ficarão para sempre marcados nas lembranças de todos. O Brasil perdeu mais de 600 mil vidas para uma doença que mudou toda nossa forma de viver e conviver. O trabalho remoto passou a ser uma realidade para nós, que sempre fomos acostumados a conviver com a Universidade cheia de pessoas e histórias. Andar pelos corredores vazios da UFV foi triste e assombroso. Parecia que a luz no final do túnel estava muito distante, mas a ciência nos devolveu a esperança de dias melhores. Vacinas foram produzidas em tempo recorde, funcionaram e nos devolveram a paz, que por alguns momentos tínhamos perdido. CIÊNCIA, algo que parece tão distante das pessoas, mas que, agora, até os menos letrados conseguem entender sua importância.

A ciência faz parte do nosso cotidiano e está presente em tudo: nas vacinas, nos tratamentos médicos, na agricultura, na pecuária e até no leite que bebemos. E por falar em leite, essa foi uma das poucas atividades que não parou um dia sequer. As vacas não pararam, o ordenhador não parou, o tratador também não. Os consultores arrumaram outra forma de atender os produtores: ligações, videochamadas e mensagens por celular viraram rotina. O produtor precisou se informatizar, mas a atividade leiteira não parou. Nesses dois anos, o leite continuou sendo produzido, os laticínios processaram o leite, a logística entregou o leite e os mercados venderam o leite. Vivemos uma verdadeira montanha-russa! Por alguns meses, tivemos a ingrata surpresa de preços baixos e, logo depois, preços recordes. O otimismo renasceu para os produtores e, então, os insumos subiram muito de preço. Mesmo assim, para os produtores mais preparados, foram dois anos de lucros recordes.

Entenda como preparados não apenas os grandes produtores, mas sim, todos aqueles que acreditam, verdadeiramente, na ciência. Aqueles que confiam em tecnologias para aumentar a produtividade e diminuir problemas reprodutivos, sanitários e nutricionais. Aqueles que enxergam o leite como um negócio, e não apenas como lazer para os finais de semana. Em qualquer atividade que seja, você precisa dar o seu melhor e se dedicar ao máximo e claro que isso não é diferente para o leite. O VIII SIMLEITE não pôde ser presencial, como queríamos. Mas isso não diminuiu a nossa dedicação e compromisso em trazer para você o que há de melhor em ciência aplicada à bovinocultura de leite.

Convidamos os melhores pesquisadores do Brasil e do mundo para atualizar você e, ainda, trouxemos as palestras em forma de capítulos para que você possa ler e estudar tudo o que será passado nas palestras. Além disso, temos quase 50 trabalhos realizados em universidades e centros de pesquisa para que você possa conhecer um pouquinho da ciência em gado de leite produzida no Brasil. Obrigado por estar conosco!

Os editores

Aos Professores:

A todos os professores dos Departamentos de Zootecnia (DZO) e Veterinária (DVT), que contribuíram para a realização do evento.

Aos Estudantes:

A todos os estudantes dos Departamentos de Zootecnia (DZO) e Veterinária (DVT), que contribuíram para a realização do evento.

Aos Funcionários:

Aos funcionários da FUNARBE, especialmente ao Setor de Gestão de Convênios, pelo apoio e dedicação.

À Editora dos Anais e palestras:

À Adriana Helena de Almeida Freitas, pelo excelente serviço prestado e pela dedicação, compreensão e paciência.

Aos revisores dos resumos:

Que auxiliaram a Comissão Científica da Coordenação do evento na avaliação dos resumos.

Andreia Machado
Bernardo Magalhães Martins
Jéssica Vieira
Marcelo Abreu

Aos Palestrantes:

Pelo aceite e por compartilharem seus conhecimentos com profissionalismo, responsabilidade e acertividade.

- Adriano Seddon
- Ana Carolina Meireles Simões
- Cristian Martins
- Eduardo S. C. Pinheiro
- Fábio Lima
- Flávia Fontes
- João Luiz Pratti Daniel
- Jorge Henrique Carneiro
- Luiz Ferraretto
- Luiz Gustavo Martignoni Bragança
- Marcos Inácio Marcondes
- Marcos Veiga dos Santos
- Maurício Silveira Coelho
- Pietro Sampaio Baruselli
- Roberto Sartori Filho
- Rodrigo Almeida
- Sandra Gesteira Coelho
- Thiago Fernandes Bernardes

Ao Órgão de Fomento:

Pelo financiamento.

- FAPEMIG

Aos Patrocinadores e Apoiadores:

Pela parceria e confiança.

- FUNARBE
- Agrocerec Multimix
- Alta Genetics
- Cow Med
- Eco Diagnóstica
- Elanco
- Ideagri
- JA Saúde Animal
- Soma Nutrição Animal

- 13** Capítulo 1: Nutrição de bezerras leiteiras
Sandra Gesteira Coelho
Hilton do Carmo Diniz Neto
- 33** Capítulo 2: Ração total ensilada para bovinos leiteiros
João Luiz Pratti Daniel
Antônio Vinicius Iank Bueno
Sillas Mayron da Silva da Silva
Clóves Cabreira Jobim
- 49** Capítulo 3: Dietary fiber and starch for dairy cows: new perspectives from the Nutrient Requirements of Dairy Cattle study report
Luiz F. Ferraretto
- 61** Capítulo 4: Como diminuir o stress térmico em vacas leiteiras e aumentar a lucratividade
Adriano Siqueira Seddon
Giane Lima Nepomuceno
- 66** Capítulo 5: Bem-estar animal: o que o consumidor quer?
Flávia Fontes
- 73** Capítulo 6: Fatores que determinam o sucesso dos índices reprodutivos em fazendas leiteiras
Carlos Eduardo Cardoso Consentini
Lucas Oliveira e Silva
Roberto Sartori
- 86** Capítulo 7: Estresse térmico: impactos na fertilidade dos rebanhos leiteiros
Pietro S. Baruselli
Carlos Rodrigues e
Roberta M. Ferreira
- 109** Capítulo 8: Precision nutrition in dairy heifers
Marcos Inácio Marcondes
Jardeson de Souza Pinheiro
Ícaro Rainyer Rodrigues de Castro
Marcelo Barros de Abreu
- 143** Capítulo 9: Atualizações sobre o uso da dieta acidogênica para vacas leiteiras
Rodrigo de Almeida
Josué Teófilo Ramos de Carvalho
Julia Maria Ebeling
- 153** Capítulo 10: Estratégias para o controle de doenças reprodutivas em fêmeas leiteiras
Fabio Soares de Lima
Eduardo Barros de Oliveira
- 163** Capítulo 11: Balanceamento de Aminoácidos para Vacas de Alta Produção
Jorge Henrique Carneiro
Rodrigo de Almeida

Nutrição

181

Effects of thermal treatment with infrared radiation on ruminal degradation and *in vitro* intestinal digestibility of feedstuffs

E F, Santos, V C L Morais, J D, Pinheiro, P V F, Correa, E A C, Lopes, M M, Ferreira, M I, Marcondes

184

Effects of microwave thermal treatment on ruminal degradation and *in vitro* intestinal digestibility of feedstuffs

E F, Santos, V C L Morais, J D, Pinheiro, P V F, Correa, E A C, Lopes, M M, Ferreira, M I, Marcondes

187

Degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca e da matéria orgânica de diferentes amostras de silagem de grãos de sorgo e resíduo de cervejaria úmido

F. A. A. Cidrini, F. A. S. Silva, G. A. P. Souza, D. R. Andrade, N. V. Trópia, Y. C. Ebani, P. V. R. Paulino, S. C. Valadares Filho

191

Parâmetros de degradação ruminal *in situ* da proteína bruta e amido de diferentes amostras de silagem de grãos de sorgo e resíduo de cervejaria úmido

F. A. A. Cidrini, F. A. S. Silva, G. A. P. Souza, D. R. Andrade, N. V. Trópia, Y. C. Ebani, P. V. R. Paulino, S. C. Valadares Filho

194

Técnica *in situ* para estimar parâmetros de degradação da matéria seca e matéria orgânica em dietas à base de milho processado por diferentes métodos

G. A. P. Souza, L. A. Godoi, B. C. Silva e S. C. Valadares Filho

197

Influência do tipo de cama do free stall na produção e células somáticas do leite de vacas em lactação.

J. P. F. Gomes, T. A. J. Raimundi, G. B. Campos, B. M. Martins, H. C. Mantovani, M. I. Marcondes, J. S. Silva, e P. P. Rotta.

200

Teores de matéria seca e proteína bruta de silagens da planta inteira de milho submetida a diferentes alturas de corte

E. F. S. do Amaral, L. A. G. Trindade, M. D. de Lima, F. J. T. Martins, T. G. S. Braz, M. H. F. Mourthé

203

Uso de inoculante a base de ácido propiônico em silagem de cereais de inverno

T.J. Tonin, J. Viégas, W.G. Cerutti, S.N. Perreira, L.L. Schumacher

206

Produção de gás *in vitro* de silagens de milho e sorgo provenientes de plantas inoculadas

T. J. Tonin, J. Viégas, S. N. Pereira, L. L. Schumacher, F. R. Skonieski

209

Comparação de teores de fibra em híbridos de milho para silagem

L.E.G. Souza, K.R. Oliveira, D.L. Sousa, J.V.S. Rangel, H.D.C. Silva B.M. Martins, P.P. Rotta

212

Perfil de ácidos graxos insaturados em diferentes híbridos de milho para silagem

L.E.G. Souza, K.R. Oliveira, D.L. Sousa, L.H.R. Silva, L.G. Piuzana B.M. Martins, P.P. Rotta

- 215** Produção de matéria seca e de colmo remanescente de planta inteira de milho submetida a diferentes alturas de corte
E. F. S. do Amaral, L. A. G. Trindade, M. D. de Lima, F. J. T. Martins, T. G. S. Braz, M. H. F. Mourthé
- 218** Efeitos da utilização de grãos secos de destilaria (DDG) na produção e composição do leite de vacas holandesas em lactação
V. S. S. Viana, M. M. Ferreira, M. I. Marcondes e P. P. Rotta
- 221** Efeitos da utilização de grãos secos de destilaria (DDG) na dieta de vacas holandesas em lactação no consumo e digestibilidade ruminal e total
V. S. S. Viana, M. M. Ferreira, M. I. Marcondes e P. P. Rotta
- 224** Volume variation of total mixed ration for Penn State Particle Separator analysis
B.M. Martins, E.A.C. Lopes, G.F. Rodrigues, A.L. Silva and P.P. Rotta
- 227** The physically effective neutral detergent fiber calculation: Neutral detergent fiber of dietary or sieve content
B.M. Martins, G.F. Rodrigues, E.A.C. Lopes, A.L. Silva and P.P. Rotta
- 230** Avaliação da produtividade, matéria seca e proteína bruta de diferentes híbridos de milho para silagem
D. L. Sousa, L.H.R. Silva, J.V.S. Rangel, L.E.G. Souza, B.M. Martinse P.P. Rotta
- 233** Avaliação dos nutrientes digestíveis totais, fibra em detergente neutro e amido de diferentes híbridos de milho para silagem
D. L. Sousa, L.H.R. Silva, J.V.S. Rangel, L.E.G. Souza, B.M. Martinse P.P. Rotta
- 236** Composição bromatológica e produção de massa verde de dois híbridos de milho silagem na região de Viçosa, Minas Gerais
J. C. C. Gonçalves, B. M. Martins, L. H. R. Silva, P. P. Rotta
- 239** Composição e produção de leite de vacas Holandesas tratadas com silagem de milho de dois híbridos comerciais
J. C. C. Gonçalves, B. M. Martins, L. H. R. Silva, M. I. Marcondes, P. P. Rotta
- 242** Protein requirement in pregnant dairy cows
T.D.A.Silva, F.P.Provazi, B.M.Martins, M. I.Marcondes, M.M.Campos, S.C.V.Filho, P.P.Rotta
- 246** Descrição morfológica e histológica do rúmen de bezerras leiteiras no pré-desaleitamento suplementados com extrato de orégano
J. A. Guimaraes, L. A. Ritt, E. C. Modesto, A.T. D. de Oliveira, V. Fischer
- Qualidade do leite**
- 249** Identification of mastitis-causing bacteria by MALDI-TOF mass spectrometry
F. S. Coutinho, M. M.C. Granja, A. G. S. Daniel, G. P. Paes, W. V. Guimarães, D. L. Santos, L. F. Santos and J. L. Santos.

- 252** Ocorrência do Leite Instável Não Ácido no mundo no século XXI
I. D. V. Angelo, A. F. Bettencourt, L. S. Garcia, C. A. K. Ximenes, J. A. Guimarães, V. L. Domenico, V. Fischer
- 255** Ocorrência do leite instável não ácido no Brasil entre os anos de 2008 e 2018
I. D. V. Angelo, A. F. Bettencourt, L. S. Garcia, C. A. K. Ximenes, J. A. Guimarães, V. L. Domenico, V. Fischer
- 258** Influência do tipo de cama na higiene de vacas Holandesas em sistema Free Stall
J. P. F. Gomes, T. A. J. Raimundi, G. B. Campos, B. M. Martins, H. C. Mantovani, M. I. Marcondes, J. S. Silva, P. P. Rotta.
- 261** Cultura microbiológica do leite na fazenda: aspectos financeiros e econômicos
N. F. F. Reis, V. R. C. Silva, F. C. Ferreira, H. C. D. Neto, H. C. M. Sá, S. G. Coelho
- 264** Efeito do período do ano e do nível de produção sobre a composição do leite em sistemas semi-intensivos de produção
P. A. Geiler, A. C. T. R. Silva, T. E. Silva e A. L. Silva
- 267** Efeito do período do ano e do nível de produção sobre qualidade do leite em sistemas semi-intensivos de produção
P. A. Geiler, A. C. T. R. Silva, T. E. Silva e A. L. Silva
- 270** Caracterização do manejo de ordenha de propriedades leiteiras da região da Grande Fortaleza e Sertão Cearense
M. L. S. de Albuquerque, V. F. C. Araujo, M. T. Lima, A. S. Severo, L. L. Martins, T. Y. S. Oliveira, P. G. Pimentel, G. A. Martins, L. D. S. Mariz
- 273** Frequency and protein diversity among isolates of *Staphylococcus aureus* in bovine subclinical mastitis cases, in the State of Minas Gerais, Brazil
F. S. Coutinho, M. M.C. Granja, A. G. S. Daniel, G. P. Paes, W. V. Guimarães, D. L. Santos, L. F. Santos and J. L. Santos.
- Custos**
- 276** Custos de implantação de bezerreiro tropical do tipo Argentino na criação de bezerras leiteiras no Estado do Acre
C. L. Souza, D. A. Costa, and E. M. B. Reis
- 279** Evaluation of production costs in dairy farms from different regions in the Minas Gerais state and quartiles stratified by return on assets
P. V. F. Correa, J. S. Pinheiro, E. F. Santos, M. I. Marcondes
- 281** Perfil dos produtores de leite da região da Grande Fortaleza e Sertão Cearense
V. F. C. Araujo, M. T. Lima, M. L. S. de Albuquerque, L. L. Martins, T. Y. S. Oliveira, A. S. Severo P. G. Pimentel, G. A. Martins, L. D. S. Mariz
- 284** Percepção do consumidor em relação a dois métodos de mochação em bezerros leiteiros
L.S. Santos, P.P. Rotta, L.H.R. Silva, D.L. Sousa, A.P.O. Neto, P.T.R. Salgado, J.V.C. Rodrigues, M.M. Ferreira, H.D.C. Silva
- 287** A survey of research on dairy cattle production chain in Brazil by Region, State, and Institute.
G. C. B. Dias, M. I. Marcondes, P. P. Rotta

Clínica Médica

291 Evolução anual de pesquisas que visam prever a ocorrência de doenças em vacas leiteiras através do comportamento
J. A. Guimaraes, A. C. Vieira, M. E.A. Canozzi, V. Fischer

294 Torção de cólon transverso em bezerra Holandês x Gir
K.R. Oliveira, C.A. Diamantino, L.G. Piuzana, L.E.G. Souza, B.M. Martins, P.P. Rotta

297 Retículo peritonite traumática bovina: Revisão bibliográfica
F. P. Cardoso, I. R. Barros, Y. A. Miranda, J.G. Carvalho

300 Papilomatose bovina em novilha holandesa
L. G. Piuzana, K. R Oliveira, C.A. Diamantino, Y. G. H. Schuartz, E. P. Lago

303 Evaluation of policresulen as an alternative and efficient method of disbudding: the impact on calves' behavior
M.M. Ferreira, L.H.R. Silva, E.F. Santos, L.S. Santos, D.L. Souza, C.H.P.C. Nova, M.I. Marcondes and P.P. Rotta

306 Evaluation of policresulen as an alternative method of disbudding: concentrate intake, animal performance, and hormone profile in dairy calves
M.M. Ferreira, L.H.R. Silva, N.C. Machado, G.B. Campos, L.E.G. Souza, A.P.O. Neto, M. I. Marcondes and P. P. Rotta

309 Deficiência de colostragem em bezerro Holandês: relato de caso
T.D.A.Silva, B.M. Martins, M.E.R. Saraiva, D.L. Sousa, H.D.C. Silva, P.P. Rotta

Reprodução

312 Aborto em vaca Holandesa: suspeita de micotoxicose
K.R. Oliveira, L.E.G. Souza, L.G. Piuzana, C.A. Diamantino, B.M. Martins, P.P. Rotta

315 Cisto folicular em animal de produção após contaminação por micotoxinas
R.S.M. Freitas, E.P. Aniceto, K.R. Oliveira, B.B. Silva, H.C.B. Ribeiro, B.M. Martins, P.P. Rotta

318 Cisto folicular em vaca de alta produção
E. P. Aniceto, K. R. Oliveira, R. S. M. Freitas, B.B. Silva, H.C.B. Ribeiro, C. A. Diamantino, L. G. Piuzana, A. B. M. Miranda, P. P. Rotta

321 Cisto folicular em vaca gestante
L. G. Piuzana, K. R Oliveira, H. C. B. Ribeiro, E. P. Aniceto, B. B. Silva, L. E. G. Souza, E. P. Lago

324 Relato de caso clínico: Placenta retida por 31 dias em vaca Holandesa
C. A. Diamantino, K. R. Oliveira, B.B. Silva, L.G. Piuzana, T.B.P. Silva, P.P. Rotta, E.P. Aniceto,

VIII SIMLEITE

PA

LES

TRAS

Capítulo 1

Nutrição de bezerras leiteiras

Sandra Gesteira Coelho¹
Hilton do Carmo Diniz Neto²

1. Introdução

A criação de bezerras é uma atividade dispendiosa e desafiadora, devido à necessidade de atenção nutricional e sanitária intensa. No entanto, por estar relacionada à rentabilidade da atividade, precisa ser entendida por criadores e técnicos como investimento em saúde e produtividade animal.

A saúde e o crescimento das bezerras dependem de boas condições durante toda gestação, parto e fases de aleitamento e pós-desaleitamento. Os aspectos mais importantes e críticos para obtenção de bezerras saudáveis estão relacionados às instalações (maternidade e bezerreiro), ao fornecimento do colostro, à cura do umbigo, ao fornecimento da dieta líquida e sólida, ao desenvolvimento do rúmen, desaleitamento e pós-desaleitamento. A associação destes fatores é peça chave na criação de bezerras leiteiras, e o controle dos mesmos, se torna imprescindível.

Nos últimos anos, o conceito sobre manejo nutricional tem sofrido mudanças, sobretudo em relação às taxas de crescimento e à utilização de componentes e sistemas que promovam bem-estar, maximização do desempenho e otimização da produção. Doenças, práticas de manejo ou dietas que resultam na redução do consumo de alimentos ou perdas no desenvolvimento corporal e que comprometam a taxa de crescimento e o desempenho futuro dos animais tem sido alvo de pesquisas científicas em todo o mundo.

Dessa forma, o entendimento dos fatores que influenciam diretamente a saúde e desempenho das bezerras é fundamental para que tenhamos sucesso no sistema de criação.

2. Demanda nutricional para o feto

A demanda de nutrientes para o feto torna-se particularmente importante durante o último trimestre da gestação, uma vez que 60% do ganho de peso fetal ocorre nos dois últimos meses da gestação. No entanto, grande parte da gestação ocorre com a vaca ainda em lactação, período no qual as exigências em energia e proteína são significativamente elevadas. Durante esse período, haverá competição na partição de nutrientes entre a glândula mamária, crescimento (primíparas) e o feto. Assim, mesmo que as exigências nutricionais para gestação sejam menores, ainda é necessária atenção à dieta dos animais, uma vez que, trabalhos recentes demonstram que o potencial de produção de leite pode ser alterado ainda *in útero*, sinalizado por mudanças nutricionais ou ambientais experimentadas pela bezerra (Gonzalez-Recio et al., 2012; Dahl et al., 2019; Van Eetvelde e Opsomer, 2020).

1 Professora Titular do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG

2 Doutorando do Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG

3. Fornecimento do colostro e leite de transição

A placenta sindesmocorial dos bovinos é capaz de proteger o feto da maioria das agressões bacterianas e virais, mas, em contrapartida, impede a passagem de imunoglobulinas da circulação materna para a fetal. Por essa razão, a via mais importante pela qual os anticorpos maternos são transmitidos ao bezerro é o colostro. Quando fornecido com rigores técnicos de tempo, volume e qualidade (**Figura 1**), o colostro garante a transferência de imunidade passiva ao neonato, que é lançado do útero praticamente estéril ao ambiente externo contaminado, sem que tenha desenvolvido aparato de proteção imune.

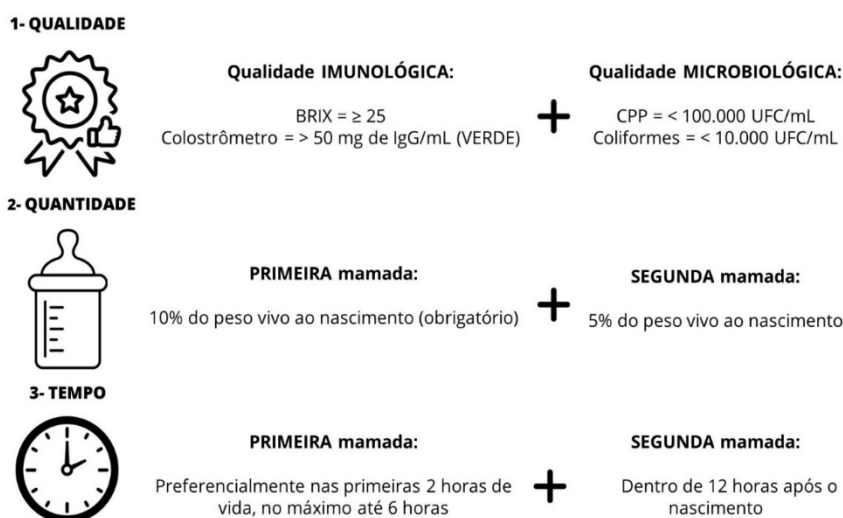


Figura 1: Padrão ouro de recomendações técnicas para colostragem de bezerras

Além deste papel fundamental, o colostro é responsável por estimular o desenvolvimento das vilosidades intestinais, estabelecer a microbiota do trato gastrointestinal e favorecer o crescimento de bactérias benéficas como as *Bifidobactérias* e *Lactobacillus* (Malmuthuge et al., 2015). O colostro possui elevada concentração de oligossacarídeos, que pode ser utilizado como substrato energético para bactérias, pode inibir a adesão de patógenos a superfície intestinal, e pode aumentar a ligação da IgG ao epitélio intestinal para absorção, auxiliando os mecanismos naturais de imunidade (Fischer-Tlustos et al., 2020).

O colostro também exerce funções importantes na modulação do desenvolvimento do trato gastrointestinal e do metabolismo. Estão presentes no colostro componentes denominados fatores não-nutritivos e biologicamente ativos, entre eles, os hormônios, os promotores de crescimento, fator de crescimento semelhante a insulina (IGF-1 e IGF-2), insulina, citocinas, leucócitos maternos, enzimas, poliaminas, nucleotídeos, componentes antimicrobianos, oligossacarídeos e outros peptídeos com ação biológica e influência indireta na habilidade de responder a infecções, nutrição e desempenho dos bezerras.

Sua ingestão afeta o crescimento e a função intestinal e aumenta a capacidade de digestão e absorção no trato gastrointestinal (Hammon e Blum,

2002; Langel et al., 2015). Os peptídeos presentes no colostro mais estudados são os fatores de crescimento epidérmico (EGF) e IGF-1 e IGF-2. Os IGF-1 e IGF2 são peptídeos com a capacidade de estimular a síntese de DNA e a mitose em vários tipos de células e funcionam como promotores de crescimento do intestino em bezerros neonatos. O EGF é um peptídeo ácido-estável que resiste à degradação proteica abomasal e sua principal atividade no trato gastrointestinal é estimular a proliferação e diferenciação de células intestinais e a maturação do trato digestivo (Blum 2006; Blum e Hammon, 2000). A função exata de vários peptídeos biologicamente ativos ainda não está determinada.

A ingestão de 4 L, em comparação a 2 L de colostro, por bezerros imediatamente após o nascimento ocasionou redução de 60% nos custos com assistência veterinária, ganho de peso de 230 g/dia a mais aos 14 meses de idade (Faber et al., 2005). Outros estudos indicam maior capacidade de ganho de peso em bezerros que receberam colostro de forma adequada (Soberon e Van Amburgh, 2011).

O corpo do animal recém-nascido possui poucas reservas de gordura (4%) e a maior parte dos lipídeos é de origem estrutural e não pode ser mobilizada (Okamoto et al, 1986). As reservas de proteína são muito baixas e não são boa fonte de calorías para manter a temperatura corporal e desenvolver a resposta imune, o que comprova a importância da administração imediata de colostro aos animais, pois este, além de conferir imunidade, também é a primeira fonte de nutrientes.

Após a colostragem, durante os primeiros três a cinco dias de vida dos bezerros, recomenda-se o fornecimento do leite de transição, tendo-se em vista a fisiologia digestiva dos bezerros e a composição do leite de transição, que apresenta duas vezes mais sólidos totais que o leite, concentrações crescentes de lactose e altas porcentagens de proteína e gordura (**Tabela 1**). As concentrações de minerais e vitaminas também são maiores no colostro para garantia de estoques adequados até que o consumo de alimentos sólidos aumente. A lactose e a gordura presentes no colostro são fontes de energia para os bezerros. O leite de transição possui maior quantidade de oligossacarídeos do que o leite (Fischer-Tlustos et al., 2020) e elevadas proporções de ácidos graxos omega-3 que têm papel antioxidante (Hare et al., 2019). Esses constituintes do leite de transição auxiliam a saúde intestinal e aumentam a altura das vilosidades intestinais, aumentando a superfície de absorção (Pyo et al., 2020).

Tabela 1. Composição do colostro e do leite de animais da raça Holandês

Constituinte	Colostro	Leite de Transição			Leite Integral
	1 ^a	Ordenha pós-parto			7 ^a
	2 ^a	3 ^a	4 ^a		
Sólidos totais, %	23,9	17,9	14,1	13,9	12,9
Gordura, %	6,7	5,4	3,9	4,4	4,0
Proteínas, %	14,0	8,4	5,1	4,2	3,1
Caseína, %	4,8	4,3	3,8	3,2	2,5
Albumina, %	0,9	1,1	0,9	0,7	0,5
Imunoglobulinas, %	6,0	4,2	2,4	-	0,09
Lactose, %	2,7	3,9	4,4	4,6	5,0
Cinzas, %	1,11	0,95	0,87	0,82	0,74
Cálcio, %	0,26	0,15	0,15	0,15	0,13
Fósforo, %	-	0,24	-	-	0,11
Magnésio, %	-	0,04	-	-	0,01
Ferro, mg/100 g	-	0,20	-	-	0,01-0,07
Vit. A µg/100 mL	295	190	113	76	34
Vit. D UI/g gordura	-	0,89 - 1,81	-	-	0,41
Vit. E µg/g gordura	84	76	56	44	15
Vit. B12 µg/100 mL	4,9	-	2,5	-	0,6

Adaptado de Roy (1970) e Foley e Otterby (1978).

4. Dieta Líquida

Antes do desenvolvimento do retículo-rúmen, o abomaso é o compartimento funcional dos estômagos do bezerro. O leite ingerido flui diretamente da base do esôfago (cárdia) ao orifício retículo-omasal, devido a ativação do reflexo da goteira esofagiana, sendo direcionado diretamente para o abomaso. No abomaso a caseína do leite é coagulada pela ação da renina e pepsina e pelo forte ambiente ácido, formando dois componentes: o coágulo (proteína e gordura) e o soro (composto por água, minerais, lactose e outras proteínas, incluindo as imunoglobulinas). O ácido clorídrico tem papel importante na digestão de proteínas no abomaso. A taxa de secreção pelas células parietais é baixa ao nascimento, mas aumenta em 50% nas quatro primeiras semanas de vida (Davis e Drackey, 1998).

À exceção da lactase, todas as outras enzimas que quebram os carboidratos são encontradas em atividade relativamente baixa no intestino dos bezerros (**Tabela 2**).

Tabela 2. Atividade relativa (por kg de peso vivo), das enzimas digestivas em bezerros de 19 e 119 dias

Enzimas	Idade (Dias)	
	19	119
Carboidrases		
Lactase	0,23	0,12
Maltase	0,83	2,86
Isomaltase	0,44	0,91
Amilase	24,00	47,00
Proteases		
Quimosina	0,65	0,22
Pepsina	1,21	0,63
Tripsina	2,48	1,28
Quimotripsina	2,44	3,07
Elastase	2,43	2,53
Carboxipeptidase A	2,31	2,13
Carboxipeptidase B	2,38	2,27
Aminopectidase A	0,34	0,47
Aminopectidase B	0,21	0,31
Lípases		
Lípase pancreática	2,15	3,50
Colípase	1,61	1,04
Fosfolípase A2	1,46	1,68

Fonte: Davis e Drackey, 1998.

Os bezerros não possuem sacarase e amilase salivar. A maltase intestinal e a amilase pancreática são encontradas em quantidades limitadas ao nascimento, mas, especialmente a amilase, aumenta sua atividade com a idade. Dessa forma, o uso de algum dissacarídeo ou polissacarídeo que não seja a lactose deve ser limitado nas primeiras três semanas de vida dos bezerros. Após esse período, ocorre aumento na capacidade de digestão do amido, intensificando a atividade enzimática e a habilidade de digestão de proteínas de origem vegetal (Davis e Drackey, 1998).

Todo o perfil enzimático do trato gastrointestinal indica que os bezerros estão preparados para a digestão do leite e que, até três semanas de vida, são especialmente suscetíveis à baixa qualidade dos ingredientes dos sucedâneos de leite, em virtude da pequena maturação dos tecidos intestinais e da reduzida secreção de enzimas digestivas. Portanto, o leite é a melhor dieta líquida para bezerros de até três semanas de idade.

Desde o início do Século XX, os textos que abordam a criação de bezerros recomendam a utilização de leite em quantidade restrita e constante, 8 a 10% do peso corporal (PC), com o objetivo de estimular o consumo de alimentos sólidos, desenvolver o rúmen e possibilitar o desaleitamento em torno das sete ou oito semanas de idade (Khan et al., 2011). No entanto, o consumo de concentrado é

muito pequeno nas duas primeiras semanas de vida, independentemente da quantidade de leite ou sucedâneo fornecida (**Tabela 3**). Além disso, apenas após os primeiros 14 dias de vida, os bezerros são capazes de ingerir alimentos sólidos em quantidade suficiente para auxiliar no suprimento da demanda de energia metabólica.

Esse volume fornece nutrientes apenas para manutenção e ganho de peso máximo de 300 g/dia em ambiente termoneutro (15 a 26 °C), valor considerado insatisfatório e que justifica valores de conversão alimentar baixos (Drackely, 2008). A utilização desse sistema pode gerar maior risco de doenças e comportamentos anormais, como alta ocorrência de vocalizações características de fome, associada a menor bem-estar dos bezerros (Vieira, 2008). Bezerros alimentados nas primeiras quatro semanas de vida com quantidade suficiente para suprir 50% de suas necessidades de manutenção apresentam baixa resposta imune, tornando-se mais propensos à doença.

Tabela 3. Desempenho (Ganho de peso corporal-GPC) e consumo de concentrado (g MS/d) de bezerros em diferentes sistemas de aleitamento

Sistema	Dieta líquida	Idade (dias)	GPC (g dia ⁻¹)	Consumo (g MS/d)
Convencional	Leite de descarte; 10% PC	1 a 14	360,0	250,0
	Sucedâneo (22%PB); 1,25% PC (em MS)	14 a 28	580,0	(21-28 d)
	Sucedâneo (20%PB); 10% PC	14 a 49	409,0	671,0
	Leite de descarte; 10% PC	1 a 60	469,1	722,5
	Leite integral; 10% PC	1 a 42	505,0	525,0
	Sucedâneo (20,7%PB); 4 litros	1 a 49	466,0	958,0
		1 a 30	065,0	64,0
		30 a 60	429,0	308,0
Intensivo	Sucedâneo (22%PB); 1,75% PC (em MS)	14 a 49	690,0	959,0
	Sucedâneo (20,7%PB); 6 L	1 a 30	208,0	52,2
		30 a 60	516,0	291,5
Maior volume inicial seguido de redução do volume	Sucedâneo (20%PB); 20% PC	1 a 60	466,4	435,7
	Leite; 20% PC até 25 dias e 10% PC de 25 a 50 dias	1 a 49	700,0	1041,3
	Sucedâneo (20%PB); 1ª semana (10% PC), da 2ª a 6ª semana (20% PC) semana 7ª a 8ª semana (10% PC)	1 a 60	455,0	552,0
	Sucedâneo (20,7% PB); 6 L até 29 dias e 4 L até 60 dias	1 a 30	235,0	56,7
		31 a 60	402,0	363,5
	6 L-45 dias/4 L-60/ 2 L-90 dias	0 a 90	684,0	774,0
	6 L-30 dias/4 L-60 d/ 2 L-90 dias	0 a 90	684,0	841,0
	8 L-30 dias/6 L-60 dias/ 3 L-90 dias	0 a 90	753,0	655,0

Modificado de Silper (2012).

Desde 2002, as recomendações de fornecimento de leite e sucedâneo para as bezerras mudaram, e maiores volumes tem sido oferecidos as bezerras. Uma das alternativas utilizadas para aumentar o desempenho das bezerras é o aleitamento intensivo, que visa fornecer maior quantidade de dieta líquida durante todo o período de aleitamento, em volume de 16% a 20% do PC ao nascimento, dividido em duas refeições diárias, o que representa em média, 8 L diários para animais da raça Holandês com 40 kg de peso ao nascimento. Apesar dos resultados incontestáveis na eficiência de crescimento, o sucesso desses programas com alto consumo de dieta líquida tem sido questionado. Trabalhos recentes mostraram que a ingestão de sólidos de leite ou de sucedâneo acima de 660 g/dia, pode provocar queda na ingestão de concentrado (Quigley et al., 2019). Essa queda no consumo, começa a ser vista principalmente a partir da 5ª semana de idade, atrasando o desenvolvimento do rúmen e resultando na diminuição da digestibilidade de matéria seca e orgânica, FDN, proteína bruta e energia bruta nas primeiras semanas após o desaleitamento (Terre et al., 2007; Hill et al., 2016). Esses resultados demonstram que o trato digestivo de bezerras alimentadas com planos nutricionais elevados não está preparado para degradar adequadamente a dieta após o desaleitamento.

O sistema de aleitamento com maior fornecimento de leite no primeiro mês de vida com redução no volume no mês subsequente surge, então, como alternativa entre o aleitamento convencional e o intensivo (Khan et al., 2007). O fornecimento de maior volume de dieta líquida proporciona melhores taxas de crescimento, em virtude do aumento linear do consumo de sólidos, proporcionalmente à diminuição gradual na ingestão líquida. Entretanto, o consumo e o desempenho variam entre sistemas de aleitamento (**Tabela 3**). Sendo necessário a partir de 30 dias de idade ou nas duas últimas semanas do aleitamento, reduzir o fornecimento da dieta líquida para estimular o consumo de alimentos sólidos e não prejudicar o desenvolvimento do rúmen. O desaleitamento gradual irá reduzir o estresse e garantir o aumento no consumo de concentrado e volumoso minimizando as perdas de desempenho após o desaleitamento.

No Brasil, o leite de descarte ainda é o principal produto utilizado na alimentação de bezerras leiteiras. O leite de descarte compreende todo o leite não comercializável, portanto, oriundo de vacas tratadas (e ainda dentro do prazo de carência) ou em tratamento com drogas antimicrobianas, antiparasitárias, anti-inflamatório, colostro, leite de transição e leite de vacas com elevada contagem de células somáticas (CCS). Conseqüentemente, a qualidade nutricional do leite de descarte é extremamente variável. Fatores como: a utilização de drogas antimicrobianas de uso comum a medicina humana e veterinária e a comprovação de resistência microbiana fazem com que essa seja a maior preocupação no uso do leite de descarte. Além disso as bactérias presentes no leite, decorrentes do processo infeccioso, inadequada higienização na obtenção do produto, manuseio e armazenamento do leite de descarte (Moore et al., 2009) favorecem a alta carga bacteriana encontrada no leite de descarte (Elizondo-Salazar et al., 2010; Aust et

al., 2012), e colocam os bezerros em risco de contrair doenças, apresentar disbiose e resistência microbiana as drogas utilizadas.

Dessa forma, ao utilizar o leite de descarte no aleitamento de bezerras leiteiras, devemos estar atentos a três preocupações:

- Elevada carga micorbiana;
- Variação nutricional;
- Presença de resíduo de antibiótico.

O risco sanitário associado à utilização do leite de descarte na dieta dos bezerros tem sido muito debatido. Diante desse desafio, a pasteurização do leite de descarte começou a ser utilizada nas fazendas, com o principal objetivo de reduzir a carga microbiana do leite. A pasteurização é o processo no qual o leite é aquecido sob condições específicas de temperatura e tempo, com objetivo de reduzir/eliminar agentes microbianos, principalmente *Escherichia coli*, *Salmonella* spp, *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Cryptosporidium parvum*, *Mycoplasma bovis* e *Mycobacterium paratuberculosis* (Butler et al., 2000; Stabel, 2001; Stabel, 2004) bactérias comumente implicadas na ocorrência de doenças em bezerros. É preciso ressaltar que o tratamento térmico não melhora a qualidade nutricional do leite de descarte e não leva à completa inativação e degradação dos resíduos de antimicrobianos.

No campo observa-se grande variação nos resultados da pasteurização indicando o desafio da realização do processo na fazenda. Essa variabilidade nos resultados se deve a grande carga microbiana do leite de descarte, à temperatura atingida durante o processo, a temperatura de resfriamento e a rotina de limpeza do equipamento.

A recontaminação do leite observada após pasteurização é um problema recorrente quando se trabalha com pasteurização. Falhas no processo de pasteurização e no resfriamento do leite pasteurizado podem ocasionar o crescimento de bactérias psicrotolerantes, das quais as mais relevantes são: *Pseudomonas*, coliformes, bactérias gram-negativas e bactérias gram-positivas formadoras de esporos (Martin et al., 2018).

O tratamento térmico não leva à completa inativação e degradação dos resíduos de antibióticos. No caso das penicilinas apenas 8% são inativadas. Zorraquino et al. (2008) avaliaram os efeitos na pasteurização lenta do leite sobre antibióticos da classe dos Beta-lactâmicos (penicilinas e cefalosporinas). O tratamento térmico não foi eficiente em inativar os antibióticos testados. Segundo os pesquisadores, somente temperaturas mais altas (120 por 20 m) seriam capazes de inativar significativamente as penicilinas (65%) e cefalosporinas (90%).

Para minimizar os custos associados ao sistema de criação e reduzir os riscos associados à utilização de leite de descarte nas fazendas, a utilização de produtos que substituem o leite vem ganhando destaque nos últimos anos. Os

sucedâneos do leite são a combinação de produtos de origem vegetal e animal, destinados a substituir parcialmente ou completamente o leite na alimentação dos bezerros.

Durante décadas, as tentativas de substituir o leite integral no aleitamento dos bezerros foram, geralmente, malsucedidas, o que prejudicou a imagem dos sucedâneos em todo o mundo. Com o passar do tempo, o desenvolvimento contínuo da tecnologia associado ao conhecimento da fisiologia dos animais fez com que as fórmulas de sucedâneos fossem aprimoradas e desenvolvidas para melhor atender as exigências nutricionais, sem comprometer a saúde e desempenho dos animais.

Um bom sucedâneo deve ser de fácil preparo e administração, ser palatável, não sedimentar, ser nutricionalmente adequado, pobre em fibra (0,15%), rico em proteínas (20 a 22% ou mais) e energia (95%NDT); enriquecido com minerais e vitaminas e não provocar diarreias. Deve, ainda, ter composição sugerida pelo NRC 2001 (**Tabela 4**) e NRC 2021 (ainda não publicado). Os sucedâneos têm como vantagens a estabilidade na sua composição, que reduz a ocorrência de mudanças bruscas no trato digestivo, a facilidade de estocagem e a possibilidade de controle de doenças transmitidas pelo leite.

Uma grande quantidade de formulações está disponível no mercado, variam de acordo com os ingredientes utilizados (origem láctea e vegetal), concentrações de proteína e gordura, concentração de energia metabolizável, aditivos, níveis de minerais e vitaminas e aspectos físicos, relacionados à diluição do produto. Essas variações, são normalmente responsáveis por determinar o preço dos sucedâneos.

Os sucedâneos são, normalmente, formulados com ingredientes como leite em pó desnatado (60-75%), gordura vegetal ou animal (15-25%), proteína de soro de leite (5-10%), lecitina de soja (1-2%) e pré-mistura de minerais e vitaminas. Uma pequena proporção de outros ingredientes, como a glicose e farinha de cereais, também pode ser utilizada.

Tabela 4 - Concentração recomendável de nutrientes em sucedâneos de leite para bovinos (NRC, 2001)

Nutriente	Concentração
Energia metabolizável, mcal/kg	4,47 a 4,95
Nutrientes digestíveis totais, % da matéria seca	95,0
Proteína bruta, %	18,0 a 22,0
Extrato etéreo (lipídios) mínimo, %	10,0 a 20,0
Cálcio, %	1,00
Fósforo, %	0,70
Magnésio, %	0,07
Potássio, %	0,65
Sódio, %	0,40
Cloro, %	0,25
Enxofre, %	0,29
Ferro, ppm (ou mg/kg)	100,0
Cobalto, ppm	0,11
Cobre, ppm	10,0
Manganês, ppm	40,0
Zinco, ppm	40,0
Iodo, ppm	0,50
Selênio, ppm	0,30
Vitaminas	
Vitamina A, UI/kg MS	9,000
Vitamina D, UI/kg MS	600,0
Vitamina E, UI/kg MS	50,0

Fonte: NRC, 2001.

De acordo com o NRC 2021 para taxas de ganho de peso de:

- **0,2 a 0,4 kg/d:** a razão proteína/energia (%PB/EM Mcal/kg) precisa estar entre 4,2 a 4,9;
- **0,4 a 0,7 kg/d:** a razão deve estar entre 5 a 5,7;
- **0,7 kg/d:** a razão deve ser 5,8 a 6,2.

No novo NRC 2021 as recomendações de vitaminas nos sucedâneos alteraram, sendo necessário:

- **Vitamina A:** 110 UI/kg PV ou 11.000 UI/kg MS;
- **Vitamina D:** 32 UI/kg PV ou 3200 UI/kg MS;
- **Vitamina E:** 2.0 UI/kg PV ou 200 UI/kg MS.

Nas fórmulas dos sucedâneos, as proteínas são, normalmente, os ingredientes que apresentam o maior custo e podem ser provenientes de diversas fontes. Os níveis de proteína nos sucedâneos podem variar de 18% a 24% e estão

intimamente relacionados ao programa de aleitamento utilizado, uma vez que a energia e a relação proteína:energia são fatores limitantes no que diz respeito a níveis mais elevados de proteína. A fonte de proteína é tão importante quanto seu nível de inclusão, uma vez que está associada ao perfil de aminoácidos, à digestibilidade e, conseqüentemente, ao aproveitamento pelos bezerros.

Apesar da exigência em aminoácidos na fase de aleitamento não estar bem estabelecida, os pesquisadores têm usado a composição do leite como base para obtenção do perfil ideal de aminoácidos. Tem sido proposto o fornecimento diário de 17 g de lisina e 5,4 g de metionina para bezerros leiteiros com menos de cinco semanas de idade. Esses valores se mostram adequados para suprir as exigências em aminoácidos essenciais e garantir taxas de crescimento adequadas.

A gordura é a principal fonte de energia dos sucedâneos, podendo variar de 18% a 22%. A melhor fonte de gordura a ser utilizada nos sucedâneos seria a gordura do leite. Entretanto, devido ao seu alto valor comercial, normalmente, é substituída por gordura de origem vegetal. A digestibilidade dessa gordura e o aproveitamento pelos animais irá depender do perfil de ácidos graxos. Gorduras com alto teor de ácidos graxos de cadeias curtas e médias são mais digestíveis (óleo de coco e o óleo de palma), devido à maior capacidade de emulsificação da gordura. Em contrapartida, a utilização de óleos vegetais altamente insaturados (óleo de soja, de milho e de girassol) deve ser evitada.

O método de incorporação da gordura nos sucedâneos também é um fator importante, uma vez que afeta diretamente a digestibilidade dos lipídios. A incorporação da gordura pela técnica de dispersão por baixa pressão é essencial para aumentar a solubilização da gordura em água e conseqüentemente sua utilização no trato gastrointestinal. Entretanto, essa técnica apresenta elevado custo, sendo utilizada em poucos produtos disponíveis no mercado.

Além da gordura, carboidratos, como a lactose, estão presentes nos sucedâneos e são responsáveis por fornecer energia para os animais. A lactose está presente no soro de leite e é digerida no organismo animal pela lactase, principal enzima produzida pelos bezerros nas primeiras semanas de vida. A amilase e maltase só estão presentes em quantidades mais elevadas por volta de 120 dias de idade, dessa forma, a inclusão de amido nos sucedâneos nas primeiras semanas de vida dos animais não é uma alternativa interessante, uma vez que durante a fase de aleitamento os bezerros apresentam baixa concentração dessas enzimas.

Os valores nutricionais comparativos entre o leite e os sucedâneos mostram diferenças principalmente nas concentrações de gordura, proteína e lactose, sendo normalmente encontrados valores de proteína e gordura mais baixos e valores de lactose maiores nos sucedâneos do que no leite. O consumo de gordura é importante para atender as demandas de energia e auxiliar na termorregulação e a proteína e a lactose são essenciais para garantir crescimento

de músculos e ossos, desenvolvimento de órgãos e energia para o sistema imune e para a termorregulação (Bartlett et al., 2006, Van Anburgh et al., 2019). Sendo fundamental cada vez mais o desenvolvimento de produtos com concentrações de nutrientes mais próximas as do leite.

Em síntese, a escolha de um bom sucedâneo deve ser realizada de forma criteriosa pelo técnico responsável e o produtor, para que sejam levados em consideração os objetivos do sistema de criação, além da escolha da faixa etária em que o produto será utilizado. Essa definição não pode ser realizada apenas com base no custo do produto, sendo importante a avaliação de vários pontos, dentre eles: composição dos ingredientes, níveis nutricionais, aspectos físicos (cor, odor e aparência), índices de solubilidade e palatabilidade, a fim de implementar a estratégia que melhor atenda ao sistema e aos animais.

5. Dieta sólida

Ao nascimento os bezerros ainda não possuem os pré-estômagos (rúmen, retículo e omaso) completamente desenvolvidos. Grande parte da dieta líquida contorna o rúmen, retículo e flui diretamente para omaso e o abomaso como resultado do reflexo de fechamento da goteira esofágica. Assim, neste período, o abomaso compreende cerca de 49% do peso total dos compartimentos, enquanto o rúmen-retículo 38% e omaso 13% (**Figura 2**). No entanto, é necessário que durante a fase de aleitamento os animais desenvolvam o rúmen para se tornarem verdadeiramente ruminantes, aptos a extraírem os nutrientes de que necessitam de dietas compostas exclusivamente por alimentos sólidos.

Para tanto, no segundo mês de vida, com o aumento da capacidade de consumo de alimentos sólidos, o rúmen começa a se desenvolver e desempenhar papéis digestivos mais importantes. O rúmen-retículo compreende agora 61,2% do peso total dos compartimentos enquanto o abomaso apenas 25,4% e omaso 13,4% (**Figura 2**). Essa mudança é fisiológica e crucial, uma vez que a digestão dos ruminantes depende em grande parte dos processos fermentativos que ocorrem no rúmen.



Figura 2: Diferenças no tamanho do rúmen, retículo, omaso e abomaso de bezerros aos 30 e 60 dias de vida.

Para que os bezerros se tornem ruminantes, é necessário que haja desenvolvimento do rúmen-retículo (Figura 3). O desenvolvimento do rúmen começa ainda nos primeiros dias de vida dos animais e consiste de três pontos fundamentais: desenvolvimento do órgão (tamanho), desenvolvimento do epitélio ruminal e estabelecimento da microbiota ruminal.



Figura 3: Estrutura do rúmen e retículo de bezerros aos 60 dias de vida.

O rúmen é composto por duas camadas, a primeira, formada por tecido muscular responsável pela contração, movimentação do alimento e orientação do fluxo da digesta. Para que seu desenvolvimento ocorra de forma adequada, é fundamental a presença de alimento, água e microrganismos. A ingestão de forragem e alimentos sólidos de textura grosseira são os principais fatores responsáveis por promover o desenvolvimento muscular do rúmen, além de estimular a ruminação e produção de saliva. A segunda camada é formada por tecido epitelial que atua na absorção, transporte e metabolismo de ácidos graxos voláteis (AGV). A produção de AGV a partir da fermentação de alimentos sólidos pelos microrganismos fornece estímulos químicos necessários para a proliferação das células do epitélio ruminal e formação das papilas, que aumentam a capacidade de absorção do rúmen.

Astransformaçõesqueocorremnorúmen,principalmentedesenvolvimento da musculatura e do epitélio, podem ser modulados pela dieta dos animais. Após serem desaleitados, os bezerros já são metabolicamente capazes de aproveitar os alimentos sólidos para atender às exigências para manutenção, crescimento e produção futura.

No desaleitamento, os bezerros têm que aumentar rapidamente o consumo de concentrado e de volumoso para suplantiar o *déficit* de energia causado pela ausência da dieta líquida. Essa mudança nutricional resulta numa série de alterações, dentre elas: queda do pH ruminal, provocando acidose, diversificação na microbiota intestinal, alterações na barreira intestinal (Castells et al., 2012; Beharka et al., 1998; Li et al., 2012). Em caso de acidose grave, quantidades excessivas de amido podem chegar ao intestino grosso (Li et al., 2012), provavelmente como resultado da falta das adaptações intestinais necessárias para digerir altas quantidades de amido neste momento.

O consumo de concentrado pelos bezerros pode ser afetado por diversos fatores, e o entendimento dos mesmos se torna fundamental. Características físicas do concentrado, como textura e tamanho das partículas, são fatores importantes que afetam a ingestão dos alimentos, o ganho de peso e a saúde do rúmen. O fornecimento de alimentos com adequado tamanho de partículas promove o início precoce da ruminação, além de ganho de peso mais rápido, em comparação à alimentação bezerros com concentrados peletizados (Franklin et al., 2003). Bezerros alimentados com concentrado texturizado consomem mais grãos e têm maior peso às 6 semanas de idade em comparação a bezerros alimentados com concentrado peletizado.

A forma física do concentrado oferecido aos bezerros está diretamente associada ao sistema de criação utilizado. Bezerros criados em piquetes, soltos ou de forma individualizada, com acesso a gramíneas, seguramente ingerem forragem, mesmo que em pequena quantidade. O consumo de volumoso pode provocar efeito físico sobre o retículo-rúmen, aumentando a motilidade, a ruminação e a salivacão e permitindo a manutenção de pH mais adequado.

É provável que o fornecimento de dieta finamente moída ou peletizada não provoque grandes transtornos a esses animais, contudo, se mantidos sobre piso de areia, terra batida ou gaiolas com piso de madeira, seguramente é necessário o fornecimento de dieta com alta granulometria ou com textura grosseira, ou ainda o oferecimento de pelo menos 4 a 5% de feno misturado ao concentrado para manutenção da saúde ruminal.

A ingestão também pode ser afetada pelos ingredientes do concentrado, uma vez que bezerros alimentados com concentrado à base de milho apresentam maior consumo de matéria seca e amido, maior ingestão de proteína e ganho de peso diário mais elevado, em comparação aos alimentados com cevada, aveia ou compostos à base de trigo (Khan et al., 2008). Bezerros alimentados com concentrado contendo 12% de melaço apresentam redução do ganho de peso, do perímetro torácico e do consumo de alimento em comparação aos alimentados com concentrado contendo 5% de melaço (Lesmeister e Heinrichs, 2005)

Um bom concentrado para os bezerros deve apresentar as seguintes características:

- Ser palatável;
- Concentração adequada de proteína - 18%;
- Sem ureia;
- NDT = 80%;
- FDA = superior a 6% e inferior a 20%;
- FDN = 15 a 25% (valores maiores podem ser utilizados quando a fonte de FDN vem de casca de soja, polpa de beterraba, caroço de algodão ou aveia - Davis e Drackley 1998);
- Concentrações de vitaminas e minerais na faixa recomendada pelo NRC (2001);
- Constituído de alimentos de boa qualidade, como milho, farelo de soja;
- Textura grosseira.

6. Água

A água representa cerca de 70-80% do peso vivo dos bezerros dependendo da idade, sendo fundamental em muitos processos bioquímicos do corpo, desempenhando importante papel na regulação da temperatura e pressão osmótica do organismo. Os bezerros em fase de aleitamento têm como fonte de água o leite, a água livre e a água presente nos alimentos (concentrado e volumoso), embora os alimentos concentrados e volumosos sejam pouco relevantes nas primeiras três semanas de vidas, devido ao baixo consumo de MS pelo animal. A água também é obtida na oxidação dos alimentos e dos tecidos corporais. A água do corpo pode ser perdida nas fezes, na urina, no suor e na respiração.

Além disso, o consumo de água é fundamental para o desenvolvimento do rúmen, pois oferece um ambiente ótimo (umidade) para a sobrevivência e atuação das bactérias ruminais. Os animais devem ter acesso à água em quantidade suficiente e de alta qualidade desde o primeiro dia de vida.

Em 1984, em experimento clássico, Kertz et al. (1984) estudaram o efeito do fornecimento de água para bezerros na fase de aleitamento. Um grupo de bezerros recebia água somente pelo leite e o outro grupo tinha água à vontade e todos os animais receberam o mesmo concentrado. O grupo que recebeu água à vontade teve melhor desempenho, com ganho de peso médio diário de 0,300 kg, em comparação ao ganho de 0,188 kg observado no grupo sob restrição ao consumo de água. O consumo de concentrado durante o primeiro mês de vida foi de 11,7 kg e 8,1 kg, respectivamente, para o grupo que recebeu água à vontade e aquele sob restrição. Uma média de 41,3 kg de água foi ingerida durante as quatro semanas experimentais pelos animais que consumiram água à vontade. Os autores concluíram que o desempenho de animais jovens pode ser aumentado com livre acesso à água desde os primeiros dias de vida.

7. Desaleitamento

Os custos de criação diminuem significativamente quando os bezerros são desaleitados, uma vez que os custos com mão-de-obra e dieta líquida reduzem rapidamente. Entretanto, definir o momento ideal para realizar o desaleitamento das bezerras é fundamental para garantir que os ganhos obtidos durante a fase de aleitamento não sejam perdidos nesse momento. Existem três critérios comumente utilizados para definir o melhor momento de desaleitar as bezerras, dentre eles:

1. **Idade:** mínimo 56-60 dias, dependendo da estratégia de aleitamento;
2. **Peso:** os animais devem ter dobrado o peso ao nascimento;
3. **Consumo de concentrado:** as bezerras devem ingerir, por três dias consecutivos, 1,8 kg de concentrado.

Entretanto, deve-se ressaltar que o desaleitamento é um evento extremamente estressante para os bezerros. A redução drástica no consumo de matéria seca (menos 12% de matéria seca do leite multiplicados por 4 ou 6 L/dia) é responsável por ocasionar estresse. Quando intenso, o déficit de energia e proteína pode ocasionar em balanço energético negativo, caso o consumo de alimentos sólidos não aumentar rapidamente. Além disso, a dieta líquida é uma experiência prazerosa para o bezerro e a sua interrupção é responsável por causar estresse no animal.

Além do estresse nutricional, a transferência do sistema de criação individual para o coletivo por si só é um fator estressante, uma vez que os animais

necessitam no primeiro momento de estabelecer relações sociais com o novo grupo. Dessa forma, sempre ao desaleitar os bezerros, devemos oferecer boas condições para os animais se adaptarem a essa nova fase em busca de reduzir o surgimento de doenças e as perdas em desempenho. Para isso, é importante:

- Desaleitamento gradual: a redução do volume de leite na última semana de aleitamento é uma estratégia interessante para aumentar o consumo de dieta sólida pré-desaleitamento;
- Após o desaleitamento é importante manter os bezerros na mesma instalação por pelo menos 14 dias, com o objetivo de minimizar os fatores de estresse e estimular o consumo de dieta sólida;
- Os bezerros devem ser encaminhados para o novo sistema preferencialmente na companhia de outros bezerros que também estavam no bezerreiro, para reduzir as interações sociais negativos no novo ambiente;
- Manejos como mochação e vacinação devem ser evitados nesse momento.

8. Considerações finais

A saúde, o crescimento e a produtividade de bezerras leiteiras dependem das práticas de nutrição e manejo. Cada animal que nasce representa uma oportunidade de ganho. A nutrição nos próximos anos deve focar não apenas em ganho de peso e crescimento das bezerras, mas também em estratégias que auxiliem o sistema imune e a saúde intestinal dessa categoria, ajudando a enfrentar desafios como diarreia e a transição da dieta líquida para sólida.

Referências Bibliográficas

Auldist, M.J.; Hublle, I.B. Effects of mastitis on raw milk and dairy products. *Austr. J. Dairy Technol.*, v.53, 1998, p.28-36.

Aust, V.; Knappstein, K.; Kunz, H. J.; Kaspar, H.; Wallmann, J. and Kaske, M. 2012. Feeding untreated and pasteurized waste milk and bulk milk to calves: effects on calf performance, health status and antibiotic resistance of faecal bacteria. *J. Animal Physiol Anim. Nutr.* doi:10.1111/jpn.12019.

Bartlett, K. S.; MCKeith, M. J.; Vandehaar, G. E. Dahl, G. E., Drackley, J. K, 2006. Growth and body composition of dairy calves fed milk replacers containing different amounts of protein at two different rates. *J. Animal Sci.* 84: 1454-1467. doi: 10.2527/2006.8461454x.

Beharka, A. A., Nagaraja, T. G., Morrill, J. L., Kennedy, G.A., Klemm, R.D. 1998. Effects of form of the diet on anatomical, microbial, and fermentative development of the rumen of neonatal calves. *J. Dairy Sci.*, v.81, p.1946-1955. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(98)75768-6

Butler, J. A., Sickles, S. A., Johanns, C.J, Rosenbusch, R.F. 2000. Pasteurization of Discard *Mycoplasma* Mastitic Milk Used to Feed Calves: Thermal Effects on Various *Mycoplasma*. *J Dairy Sci.*, v.83, p.2285-2288. 10.3168/jds.S0022-0302(00)75114-9

- Blum, J. W.; Hammon, H. 2000. Colostrum effects on the gastrointestinal tract, and on nutritional, endocrine and metabolic parameters in neonatal calves. *Livestock Production Science*. 66:151-159. doi.org/10.1016/S0301-6226(00)00222-0
- Blum, J. W. 2006. Nutritional physiology of neonatal calves. *Journal Animal Physiology Animal Nutrition*, v. 90, p. 1-11. doi: 10.1111/j.1439-0396.2005.00614.x
- Castells, L., Bach, A., Araujo, G., Montoro, C., Terré, M. 2012. Effect of different forage sources on performance and feeding behavior of Holstein calves. *J Dairy Sci*. 95: 286–293. Doi 10.3168/jds.2011-4405
- Dahl, G. E., Skibieli, A. L., Laporta, J. 2019. In utero heat stress programs reduced performance and health in calves. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 35:343–353, 2019. doi .org/ 10.1016/ j .cvfa.02.005.
- Davis, C. L.; Drackley, J. K. 1998. The development, nutrition, and management of young calf: 1a ed. Iowa: State University. 339 p.
- Drackley, J. K. 2008. Calf nutrition from birth to breeding. *Vet. Clin. Food Anim.*, v.24, p. 55-86.
- Elizondo-Salazar, J. A.; Jones, C. M.; and Heinrichs, A. J. 2010. Evaluation of calf milk pasteurization systems on 6 Pennsylvania dairy farms. *J. Dairy Sci*. 93:5509-5513, 2010. doi.org/10.3168/jds. -3460.
- Faber, S. N., Faber, N. E., McCauley, T. C., Ax, R. L. 2005. Effects of colostrum ingestion on lactational performance. *Prof. Anim.Sci*. 21:420–425. doi.org/10.15232/S1080-7446(15)31240-7.
- Fischer-Tlustos, A. J., Hertogs, K., van Niekerk, J. K., Nagorske, M., Haines, 4 D. M., Steele, M. A. 2020. Oligosaccharide concentrations in colostrum, transition milk, and mature milk of primi- and multiparous Holstein cows during the first week of lactation. *J. Dairy Sci*. 103: 3683-3695. doi.org/10.3168/jds.2019-17357.
- Foley, J. A., Otterby, D. E. 1978. Availability, storage, treatment, composition, and feeding value of surplus colostrum: a review. *J. Dairy Sci*. 61:1033-1060.
- Franklin, S. T., Amaral-Phillips, D. M., Jackson, J. A , Campbell, A. A. 2003. Health and performance of Holstein calves that suckled or were hand-fed colostrum and were fed one of three physical forms of starter. *J. Dairy Sci*. 86:2145-2153. doi 10.3168/jds.S0022-0302(03)73804-1
- Gonzalez-Recio, O., Ugarte, E., Bach, A. 2012. Trans-Generational Effect of Maternal Lactation during Pregnancy: A Holstein Cow Model. *PLOS ONE*. 7: e51816. doi.org/10.1371/journal.pone.0051816
- Hammon, H. M., Blum, J. W. 2002. Feeding different amounts of colostrum or only milk replacer modify receptors of intestinal insulin like growth factors and insulin in neonatal calves. *Domest. Anim.Endocrinol*. 22:155–168. doi: 10.1016/S0739-7240(02)00122-4.
- Hare, K.S., Hertogs, K., Fischer, A., Vahmani, P., Dugan, M.E.R., Steele, M. 2019. Omega-3 and -6 fatty acids are more abundant in colostrum than transition and whole milk. *J. Dairy Sci*. 102(Suppl. 1):154 (Abstr).
- Hill, T. M., Quigley, J. D., Bateman II, H. G., Suarez-Mena, F. X., Dennis, T. S., Schlotterbeck, R. L. 2016. Effect of milk replacer program on calf performance and digestion of nutrients in dairy calves to 4 months of age. *J. Dairy Sci*. 99:8103–8110. doi: 10.3168/jds.2016-11239

Khan, M. A.; Lee, H. J.; Lee, W. S. Kim, S. B., Kim, K. S., Ki, J. K., Ha, H. G., Lee, Y. J. Choi. 2007. Pre- and postweaning performance of Holstein female calves fed milk through step-down and conventional methods. *J. Dairy Sci.*, v.90, p.876-885. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(07)71571-0.

Khan, M. A.; Weary, D. M.; Von Keyserlingk, M. A. G. 2011. Invited review: effects of milk ration on solid feed intake, weaning and performance in dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 94:1071-1081. doi:10.3168/jds.2010-3733

Khan, M. A.; Lee, H. J.; Lee, W. S.; Kim, H.S, Kim, S.B., Park, Baek, S.B., Há, J.K., Choi, Y.J. 2008. Starch source evaluation in calf starter: II. Ruminant parameters, rumen development, nutrient digestibilities and nitrogen utilization in Holstein calves. *J. Dairy Sci.* 91:1140-1149. doi.org/10.3168/jds.2007-0337

Langel, S. N., Wark, W. A., Garst, S. N., James, R. E., McGilliard, M. L., Petersson-Wolfe, C. S., Kanevsky-Mullarky, I. 2015. Effect of feeding whole compared with cell-free colostrum on calf immune status: The neonatal period. *J. Dairy Sci.* 98:3729-3740. doi.org/10.3168/jds.2014-8422

Lesmeister, L. E; Heinrichs, A. J. 2004. Effects of corn processing on growth characteristics, rumen development, and rumen parameters in neonatal dairy calves. *J. Dairy Sci.* 87: 3439-3450. doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73479-7

Li, R.W., Connor, E.E., Li, C. Baldwin, R. L, Sparks, M.E. 2012. Characterization of the rumen microbiota of pre-ruminant calves using metagenomics tools. *Enviro. Microbiol.* 14:129-139. do: 10.1111/j.1462-2920.2011.02543.x

Malmuthuge, N., Y. Chen, G. Liang, L. A. Goonewardene, and L. L. Guan. 2015. Heat-treated colostrum feeding promotes beneficial bacteria colonization in the small intestine of neonatal calves. *J. Dairy Sci.* 98: 8044-8053. doi.org/10.15232/jas.2019-01887

Martin, N.H., Boor, R. K. J., Wiedmann, M. 2018. Symposium review: Effect of post-pasteurization contamination on fluid milk quality. *J. Dairy Sci.* 101: 861-870.

Moore, D.A. Taylor, J., Hartman, M.L., Sisco, W.M. 2009. Quality assessments of waste milk at a calf ranch. *J. Dairy Sci.*, v.92, p.3503-3509. doi.org/10.3168/jds.2008-1623

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 2001. Nutrient Requirements of dairy Cattle. 6 ed. Washington: National Academy.

Okamoto, M., Robinson, J. B.; Christopherson, R. J., Young, B. A. 1986. Summit metabolism of newborn calves with and without colostrum feeding. *Can. J. Ani. Science.* 66: 937- 944.

Pyo, J., Hare, K., Pletts, K., Inabu, K., Haines, D., Sugino, T., Guan, L. L., Steele, M. 2020. Feeding colostrum or a 1:1 colostrum: milk mixture for 3 days postnatal increases small intestinal development and minimally influences plasma glucagon-like peptide-2 and serum insulin-like growth factor-1 concentrations in Holstein bull calves. *J. Dairy Sci.* 103:4236-4251. doi.org/10.3168/jds.2019-17219

Pyorala, S. 2003. Indicators of inflammation in the diagnosis of mastitis. *Vet. Res.* 34: 564-578. doi 10.1051/vetres:2003026

Quigley, J.D. 2019. *Symposium review*: Re-evaluation of National Research Council energy estimates in calf starters. *J. Dairy Sci.* 102:3674-3683. doi.org/10.3168/jds.2018-15367

Roy, J. H. B. 1970, *The calf*. 3 ed. London: Life Boods. v.1: Management and Feeding. 183 p.

Silper, B. F. 2012. Efeitos de três estratégias de aleitamento sobre ganho de peso, desenvolvimento ruminal e perfil metabólico e hormonal de bezerros Holandeses. 2012. 96 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

Soberon F., and M. E. Van Amburgh. 2011. Effects of colostrum intake and preweaning nutrient intake on post-weaning feed efficiency and voluntary feed intake. *J. Dairy Sci.* 94:69-70 (Abstr.).

Stabel, J. R., Hurd, L. Calvente, L., Rosenbusch, R.F. 2004, Destruction of *Mycobacterium paratuberculosis*, *Salmonella* spp., and *Mycoplasma* spp. in raw milk by a commercial on-farm high temperature, short-time pasteurizer. *J. Dairy Sci.* 87: 2177–2183. doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)70038-7

Stabel, J.R. 2001. On-farm batch pasteurization destroys *Mycobacterium paratuberculosis* in waste milk. *J. Dairy Sci.*, v.84, p.524-527. doi 10.3168/jds.S0022-0302(01)74503-1

Terre, M., Devant, M., and Bach, A. 2007. Effect of level of milk replacer fed to Holstein calves on erformance during the preweaning period and starter digestibility at weaning. *Livest. Sci.* 110:82-88. doi.org/10.1016/j.livsci.2006.10.001

Van Amburgh, M. E., Soberon, F., Meyer, 2 M. J., Molano, R. A. 2019. Integration of postweaning nutrient requirements and supply with composition of growth and mammary development in modern dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 102:1–14. doi.org/10.3168/jds.2018-15270

Van Eetvelde, M., and G. Opsomer. 2020. Prenatal programming of later performance in dairy cattle. *Vlaams Diergeneeskd. Tijdschr.* 89:53–62. doi .org/10.21825/vdt.v89i1.15985.

Vieira, A. P.; Guesdon, V.; DE Passillé, A. M.; Keyserlingka, M. A.G and Wearya, D. M. 2008. Behaviour indicators of hunger in dairy calves. *Applied Animal Behavior Science*, v.109, p.180-189.

Zorraquino, M.A., Roca, M., Fernandez, N., Molina, M.P., Althaus, R. 2008. Heat inactivation of beta-lactam antibiotics in milk. *J. Food Prot.*, v.71, p.1193-1198.

Capítulo 2

Ração total ensilada para bovinos leiteiros

João Luiz Pratti Daniel¹
Antônio Vinicius Iank Bueno²
Sillas Mayron da Silva da Silva³
Clóves Cabreira Jobim⁴

1. Introdução

Na década de 1950, o surgimento da tecnologia conhecida como dieta completa ou *total mixed ration* (TMR) foi disruptiva para elevação da produtividade e da eficiência produtiva em sistemas intensivos (Schingoethe, 2017). As TMR são produzidas pela mistura de ingredientes volumosos e concentrados, incluindo fontes energéticas, proteicas, subprodutos, minerais, vitaminas e aditivos, capazes de atender as exigências de nutrientes para manutenção e produção, assim como otimizar a saúde dos animais (Schingoethe, 2017).

Para maximização do consumo de nutrientes e redução do risco de deterioração aeróbia, as TMR devem ser preparadas diariamente ou várias vezes ao dia, com equipamentos apropriados e mão-de-obra treinada. TMR em processo de deterioração aeróbia frequentemente reduzem o desempenho animal, por diminuição do consumo de MS (CMS) e/ou eficiência alimentar (Hoffman e Ocker 1997; Wichert et al., 1998; Gerlach et al., 2013; Salvo et al., 2015), além de representar risco sanitário aos animais e aos produtos de origem animal, devido ao desenvolvimento de toxinas e microrganismos patogênicos (Driehuis et al., 2018).

Uma alternativa ao preparo diário da ração é a ensilagem da TMR. Apesar de tal tecnologia estar sendo explorada recentemente com grande interesse em nosso país (Schmidt et al., 2017; Bueno et al., 2020), experiências progressas em outros países, como o Japão e Israel, já demonstravam algumas vantagens desta tecnologia (Nishino et al., 2003; Nishino et al., 2007; Weinberg, et al., 2011).

Como principais benefícios destacam-se: a otimização na utilização de subprodutos úmidos (ou secos) derivados das agroindústrias e o potencial de incorporação de ingredientes com baixa palatabilidade (Nishino et al., 2003; Nishino et al., 2004; Abdollahzadeh et al., 2010); a homogeneidade na oferta de nutrientes aos animais (Weinberg et al., 2011); a possibilidade de estocagem da ração por longos períodos sendo utilizada conforme a demanda; a possibilidade de comercialização (quando estocada em unidades menores como em silos tipo fardo, bags e sacos pequenos) (Weinberg et al., 2011; Schmidt et al., 2017); a possibilidade de terceirização do serviço de produção ou compra da TMR ensilada, com redução da necessidade de maquinário específico, bem como de

1 Professor do Departamento de Zootecnia da UEM

2 Doutor do Programa de Pós Graduação em Zootecnia da UEM

3 Doutorando do Programa de Pós Graduação em Zootecnia da UEM

4 Professor do Departamento de Zootecnia da UEM

mão-de-obra diária, a qual pode ser voltada a outras atividades na fazenda; a diminuição de perdas de nutrientes devido à maior estabilidade aeróbia no cocho comparativamente à TMR fresca ou aos alimentos conservados separadamente (em se tratando de alimentos úmidos) (Nishino et al., 2003; Nishino et al., 2007); o aumento da digestibilidade de amido, a redução da emissão de metano e o aumento da eficiência alimentar em rações contendo grãos de cereais comparativamente à TMR fresca (Cao et al., 2010; Meenongyai et al., 2017; Miyaji e Nonaka 2018). Além disso, a ensilagem de TMR ou PMR (*partial mixed ration*) também tem sido proposta como estratégia de conservação de forragens com alta umidade (e.g., capins tropicais; Gusmão et al., 2018).

Contudo, como principais desvantagens podemos citar o risco de perdas de nutrientes associadas aos problemas na conservação do material (relacionado a entrada de oxigênio no silo durante o armazenamento) (Wang e Nishino, 2013). Ainda, considerando que todos os ingredientes da TMR passam pelo processo de fermentação, alguns nutrientes como a proteína verdadeira e a vitamina A são parcialmente degradados (Nozière et al., 2006; Liu et al., 2019; Tian et al., 2020).

Nesta revisão, discutiremos as principais alterações nutricionais em TMR ensiladas, o desempenho de vacas leiteiras alimentados com silagens de TMR e algumas estratégias de produção de TMR para ensilagem.

2. Principais alterações nutricionais durante a fermentação de TMR ensiladas

2.1. Proteína

As proteínas são moléculas formadas pela união de aminoácidos, através de ligações peptídicas (Nelson e Cox, 2008). Em ruminantes, a proteína dietética deve suprir as exigências do animal e da microbiota ruminal. Sendo assim, as TMR devem ser balanceadas para suprir teores adequados de PDR (proteína degradável no rúmen) e PNDR (proteína não degradável no rúmen) (NRC, 2001). Sendo assim, alterações na composição da proteína, em função da ensilagem podem alterar diretamente o desempenho animal, a depender da categoria. Alterações no conteúdo de proteína, em função de perdas ocorridas durante a ensilagem são quase nulas, mesmo neste tipo de silagem que é rica em proteína (Rooke and Hatfield, 2003; Lazzari et al., 2021). Entretanto, a fração proteica da TMR pode sofrer alterações em função da ensilagem.

Ao observarmos indicadores de proteólise, como amônia, proteína solúvel ou o fracionamento de N, podemos notar alterações significativas após a ensilagem da TMR. A proteólise ocorre tanto em função das enzimas vegetais, quando usados forragens úmidas, assim como devido a atividade de microrganismos. Primeiramente, a proteína é quebrada em peptídeos e aminoácidos, o que leva ao aumento da solubilidade da proteína. Na sequência, estes compostos podem

sofrer deaminação gerando amônia e ácidos orgânicos, ou descarboxilação dando origem às aminas biogênicas e gás carbônico (Ohshima e McDonald, 1978; Scherer et al., 2015). Desta forma, as principais alterações que temos observado em rações ensiladas, em relação a proteína são os aumentos da fração A1 (amônia) e A2 (aminoácidos e peptídeos), com redução da fração B1 (proteína verdadeira) e B2 (proteína ligada a parede celular). Um fato interessante é de que a ensilagem de rações completas também reduz a fração C a qual é considerada indigestível (Bueno et al., 2019; Lazzari et al. 2021). De forma conjunta, pode-se observar um aumento de PDR em rações ensiladas em comparação às rações frescas. Assim, a formulação de TMR destinada a ensilagem deve considerar a ocorrência de proteólise durante a fermentação, de modo que os teores de PDR e PNDR no momento da alimentação estejam adequados. Nosso grupo de pesquisa na Universidade Estadual de Maringá está atualmente conduzindo pesquisa para estabelecer padrões de proteólise de ingredientes proteicos como ferramenta para formulação de silagens de TMR.

2.2. Amido

O amido é a principal fonte de energia em dietas de bovinos leiteiros de alto desempenho. No entanto, a digestibilidade ruminal e intestinal do amido afeta o desempenho dos animais. Em grãos de cereais, como milho e sorgo, os principais impedimentos para a o aproveitamento do amido são o pericarpo e a matriz proteica que embebe os grânulos de amido no endosperma. A moagem dos grãos é capaz de reduzir o impacto negativo da presença do pericarpo e facilita a digestão das partículas por microrganismos e enzimas produzidos pelo animal; no entanto, a quebra da matriz proteica só ocorre pelo processo de floculação a vapor ou pela ensilagem (Ahmadi et al., 2020; Gomes et al., 2020). Essa redução no conteúdo de prolaminas (proteína da matriz proteica) resulta em maior disponibilidade de amido independentemente do tipo de silagem (Weinberg et al., 2011; Miyaji e Nonaka, 2018). Enzimas bacterianas e vegetais são as principais responsáveis pela degradação das prolaminas em silagens contendo grãos de cereais (Junges et al., 2017). Como resultado, observa-se aumento da proteína solúvel e amônia, como concomitante redução do conteúdo de prolaminas e aumento da digestibilidade de amido.

2.3. Carboidratos solúveis e parede celular

Os principais açúcares solúveis encontrados em silagens são a sacarose, a frutose e a glicose, sendo estes sacarídeos a principal fonte de energia para o crescimento de microrganismos durante a ensilagem (McDonald et al., 1991). Desta forma, é usual que o conteúdo de açúcares solúveis reduza em rações ensiladas em função da fermentação. Obviamente o teor de carboidratos solúveis também será influenciado pelo tipo de ingrediente utilizado para formulação da TMR. No geral, forragens frescas ou fenadas e alguns subprodutos (e.g., melão,

polpa cítrica) podem contribuir com maiores teores de carboidratos solúveis na ração.

Os carboidratos da parede celular são majoritariamente constituídos de celulose, hemicelulose e pectina. Em silagens com maior conteúdo de umidade, podem ocorrer degradação parcial de carboidratos da parede celular. Weinberg et al. (2011) observaram perdas de FDN (22%) e menor concentração de FDN em uma TMR ensilada por 140 d em comparação à TMR fresca. Ning et al. (2016) avaliando as perdas de carboidratos de parede celular em TMR ensilada notaram atividade de hemicelulases até os 14 d pós ensilagem, com redução de hemicelulose em 21,7% em relação à TMR antes da ensilagem. Interessantemente as perdas de hemicelulose ocorreram até 56 d de fermentação, provavelmente em função de hidrólise ácida. Wang et al. (2015) relataram perdas de FDN em TMR ensilada formulada com silagem de milho, porém sem alterações no conteúdo de FDA, o que sugere redução da hemicelulose. Coletivamente, os dados da literatura sugerem que embora ocorra perda de frações da parede celular, o conteúdo de FDN e a sua digestibilidade não sofrem alterações significativas com o processo de ensilagem.

2.4. Lipídios

Os lipídios não são utilizados como fonte de energia durante a fermentação de silagens, uma vez que são moléculas altamente reduzidas (Mackie et al., 1991; Nelson e Cox, 2008). Normalmente, poucas alterações no conteúdo total de lipídeos são observadas em silagens (Alves et al., 2011; Liu et al., 2019; Lazzari et al., 2021). Os ácidos graxos polinsaturados aparentemente possuem maior susceptibilidade à ação de lipases e lipoxigenases vegetais e microbianas, principalmente os ácidos linoleico e linolênico (Feussner e Wasternack, 2002; Senger et al., 2004). Quando observada, a degradação de ácidos graxos ocorre principalmente nas fases iniciais de ensilagem, aonde as condições de temperatura, pH e, principalmente, a presença de oxigênio permitem a ação destas enzimas (Gadge et al., 2011; Malekian e Rao, 2000). Primeiramente as lipases fazem a quebra dos triglicérides liberando glicerol e ácidos graxos livres os quais podem posteriormente ser transformados em ésteres e cetonas pela ação das lipoxigenases (Feussner e Wasternack, 2002; Senger et al., 2004). Como principais alterações deste processo, observam-se aumento da proporção de ácidos graxos não esterificados (ácidos graxos livres) na silagem comparado ao alimento fresco. No entanto, Lazzari et al. (2021) não observaram alterações no perfil de ácidos graxos, provavelmente porque as condições ótimas para inibição da degradação de lipídios foram atingidas rapidamente.

2.5. Minerais

Em geral, os minerais não são perdidos durante a ensilagem. Em algumas silagens, pode-se observar aumento na concentração de minerais em função do desaparecimento de matéria orgânica durante a fermentação. Schelegel et al. (2018) relatam, para silagem de capim e leguminosas, aumento de Mn (65%), Na (33%), Se (27%), Zn (13%) e Mg (12%) enquanto Ca, P, K, Cl, S, e Cu não foram alterados. Além disso, alguns estudos reportaram aumento de biodisponibilidade de vários minerais como Fe (Hansen e Spears, 2009), Ca, Mg, P, Na, K, Cu e Zn (Ibrahim, 1990), o que foi atribuído ao ambiente ácido da silagem. Lee et al. (2019) relatam maior biodisponibilidade do Se devido a conversão de selenito de sódio em selênio orgânico por bactérias lácticas durante a fermentação no silo. Ainda, a fermentação pode reduzir a concentração de fitatos e oxalatos, moléculas capazes de se ligar a vários minerais (e.g., Ca, Mg, Zn, Fe, Cr e Mn) reduzindo assim sua interferência na biodisponibilidade destes minerais (Giang, 2010; Humer et al., 2014).

2.6. Vitaminas

As vitaminas são moléculas complexas importantes para manutenção de vários processos vitais no organismo de animais vertebrados (McDowell, 2000). As vitaminas são classificadas em hidrossolúveis (B e C) e lipossolúveis (A, D, E e K) (McDowell, 2000). Os animais ruminantes requerem principalmente a suplementação com as vitaminas A e E, uma vez que as demais vitaminas podem ser sintetizadas no rúmen ou pelos tecidos dos animais (NRC, 2001). De fato, os alimentos utilizados para alimentação de ruminantes são fontes de carotenoides (provitamina A) e tocoferóis (vitamina E) (Weiss, 2017). Tanto os tocoferóis quanto os carotenoides são principalmente adquiridos pelos animais através do consumo de forragens ou via suplementação exógena (NRC, 2001). Sabe-se que as vitaminas são mais susceptíveis a degradação quando expostas ao oxigênio, temperaturas elevadas ou radiação UV (Kalac e Kyzlink, 1979, Nadeau et al., 2004; Liu et al., 2019). A estocagem do alimento como silagem em ambiente anaeróbio é menos danosa à conservação de vitaminas. Contudo, durante a fermentação de silagens convencionais, no geral, pode haver redução no conteúdo de carotenoides na ordem de 20% e tocoferóis em torno de 11% (Liu et al., Nozière et al., 2019). Em silagens de TMR, Tian et al. (2020a) demonstraram que as perdas de vitamina E são nulas, enquanto mais de 50% da vitamina A originalmente presente na TMR foi perdida em função da ensilagem. Ainda, de acordo com os autores, os principais fatores relacionados as perdas de vitamina A foram o tipo de forragem (maior perda em gramínea quando comparado a leguminosa), baixo pH e tempo de estocagem, havendo maiores perdas nas fases iniciais de fermentação (0 até 7 d pós ensilagem) (Tian et al., 2020a). Sendo assim, maior quantidade de vitamina A deve ser incluída na formulação da TMR destinada à ensilagem.

3. Desempenho de vacas leiteiras alimentados com silagens de TMR

As primeiras publicações sobre a utilização de silagens de TMR na alimentação de vacas leiteiras se deram nas décadas de 60 e 70. Owen e Howard (1965) avaliaram teores de umidade em silagens de TMR (68%, 53% e 47%), obtidos pela variação no tempo de murcha da alfafa utilizada para compor a ração. As dietas continham 50% de alfafa e 50% de milho quebrado (base da MS) e continham aproximadamente 17% de PB. As vacas alimentadas com silagens de TMR com teores baixo ou médio de umidade (47% e 53%) apresentaram maior CMS do que as vacas alimentadas com silagens de TMR com alto teor de umidade (68%). O teor de gordura do leite foi maior para a TMR ensilada com maior umidade, o que contrapôs as diferenças em produção de leite, resultando em produção de leite corrigida para gordura similar entre os tratamentos. Os autores concluíram que o uso de TMR ensilada era uma boa alternativa para simplificar o manejo alimentar.

Marshall e Voigt (1975) compararam o valor alimentício de uma silagem de TMR preparada com plantas frescas de milho ou uma TMR fresca (não ensilada) preparada com silagem de milho. Ambas as rações continham 39% de mistura de concentrados (polpa cítrica, farelo de algodão, ureia e minerais). O desempenho das vacas leiteiras foi similar entre os tratamentos (20,2 kg de leite corrigido para gordura, 4,8% de gordura no leite, CMS 3,2% do PV).

Desde os estudos pioneiros, a ensilagem de TMR contendo grãos de cereais foi associada ao aumento de eficiência alimentar. Hibbs e Conrad (1976) comparam o desempenho de vacas leiteiras alimentadas com TMR fresca ou ensilada. As dietas foram misturadas mantendo-se a proporção de 0,45 kg de concentrado por 3,18 kg de silagem de planta inteira de milho (base da MN). O teor de PB do concentrado foi de 29,1%, sendo este composto por 57,32% de milho, 30,00% de farelo de soja, 5,00% de alfafa desidratada, 3,52% de ureia, 3,20% de farinha de ossos e 0,96% de sal. Ambas as dietas continham 14% de PB. A digestibilidade da MS no trato total aumentou (76,7% vs. 79,1%) e o CMS diminuiu (18,1 vs. 16,3 kg/d) para as vacas alimentadas com a TMR ensilada, porém a produção de leite foi similar (18,8 vs. 19,0 kg/d) entre os tratamentos. Não houve diferença no teor de gordura do leite e na produção de leite corrigida para gordura (LCG) (18,3 vs. 18,7 kg/d). Portanto a eficiência alimentar foi superior para as vacas alimentadas com silagem de TMR (1,01 vs. 1,15 LCG/CMS para TMR fresca e ensilada, respectivamente).

Em outro estudo, Hibbs e Conrad (1976) utilizaram a mesma proporção de silagem de milho e concentrado do ensaio anterior, mas alteraram a composição do concentrado (40,80% de milho, 50,00% de farelo de soja, 5,00% de alfafa desidratada, 3,20% de farinha de ossos e 1,00% de sal). O teor de PB das TMR foi similar ao do primeiro ensaio (14%). Assim como no primeiro ensaio, o CMS foi menor (17,1 vs. 15,6 kg/d) e a eficiência alimentar foi maior (1,17 vs. 1,32 LCG/CMS) para as vacas alimentadas com a TMR ensilada, sem diferenças para a produção de LCG (19,9 vs. 20,4 kg/d, para TMR fresca e ensilada, respectivamente).

Pardue et al. (1975) avaliaram o efeito da ensilagem sobre o valor nutritivo da TMR para vacas de leite. Dois grupos de dez vacas Holandesas (aproximadamente 84 d pós-parto) foram distribuídas em delineamento de reversão com três períodos de 28 d cada, para comparar a TMR ensilada com os mesmos ingredientes frescos (silagem e concentrado) fornecidos separadamente em cada ordenha (controle). Embora o desempenho tenha sido similar, a concentração ruminal de ácidos graxos voláteis (AGV) foi maior nas vacas alimentadas com TMR ensilada (85,4 vs. 95,2 mM, para controle e TMR ensilada, respectivamente), sugerindo maior degradabilidade ruminal da silagem de TMR.

Por um certo período o interesse na utilização de TMR ensilada parece ter diminuído, contudo, nos últimos anos o interesse parece ter se renovado em virtude principalmente da grande disponibilidade de subprodutos úmidos da agroindústria. Em 2009, Wongnen et al. avaliaram o valor nutritivo de TMR fresca ou ensilada, contendo caroço de algodão integral ou quebrado, para vacas leiteiras. Quatro vacas Holandesas múltiparas (48 ± 12 DEL e 450 kg de PV) foram utilizadas em delineamento quadrado latino 4×4 (21 d cada período), com 4 tratamentos dietéticos em arranjo fatorial 2×2 (TMR fresca ou ensilada \times caroço de algodão integral ou quebrado). As dietas continham (% de MS): palha de arroz picada (20,0%), mandioca fatiada (40,0%), farelo de soja (7,0%), caroço de algodão (10,0%), grãos secos de destilaria (5,0%), polpa de tomate (5,0%), melação (8,0%), ureia (1,5%), sal (0,5%), concha de ostra (0,3%), fosfato bicálcico (0,2%), premix vitamínico-mineral (0,3%), enxofre (0,2%), sebo (1,0%) e bicarbonato de sódio (1,0%). A composição das dietas foi de aproximadamente 63% de MS, 16% de PB e 69% de NDT. Os parâmetros de fermentação ruminal (pH, NH_3 e AGV) e o desempenho foram similares entre os tratamentos (15,5 kg/d de CMS, 18,9 kg/d de LCG, 4,30% de gordura no leite, 3,34% de proteína no leite). Contudo a silagem de TMR ocasionou menor proporção de ácido oleico (C18:1) na gordura do leite (27,0% vs. 24,4% do total de ácidos graxos, para TMR fresca vs. TMR ensilada). Esta resposta provavelmente ocorreu devido à biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados durante a fermentação da silagem.

Recentemente Miyaji e Nonaka (2018) compararam a digestão e o desempenho de vacas de leite alimentadas com TMR frescas ou ensiladas. As TMR continham silagem de centeio, polpa de beterraba, farelo de soja, premix vitamínico-mineral, e arroz laminado ou floculado. A ensilagem das TMR aumentou a digestibilidade do amido (91,6 vs. 97,2%) e da MS (72,3 vs. 77,6%), tendeu a aumentar o CMS (22,4 vs. 23,0 kg/d) e resultou em maior produção de leite (36,4 vs. 37,6 kg/d, para as TMR frescas e ensiladas, respectivamente). As concentrações de AGV no rúmen (97,1 vs. 101,8 mM) foram ligeiramente superiores nas vacas alimentadas com as TMR ensiladas. Apesar da maior fermentabilidade ruminal, as vacas alimentadas com as silagens de TMR apresentaram concentrações de NH_3 no rúmen ligeiramente superiores (7,27 vs. 8,81 mg/dL) e maior excreção de N na urina (124 vs. 152 g/d). Enquanto isso, em comparação às TMR frescas, a secreção diária de proteína do leite foi maior nas vacas alimentadas com as

silagens de TMR. O potencial das silagens de TMR para vacas de alta produção foi demonstrado neste estudo.

4. Aspectos relacionados à produção de TMR para ensilagem

4.1. Teor de matéria seca

O teor de MS da TMR pode alterar o curso da fermentação. Por exemplo, Weinberg et al. (2011) observaram menor recuperação de MS (98,8% vs. 99,9% em TMR ensilada com maior umidade sem alterações significativas na digestibilidade *in vitro* da MS (~79%). Hao et al. (2015) ao avaliarem teores de umidade (40, 45 ou 50%) não relatam alterações no conteúdo de PB, carboidratos solúveis, FDN e digestibilidade *in vitro* da MS. No entanto, apesar do conteúdo de proteína não ser alterado em função da umidade, é esperado que haja alterações no fracionamento proteico, em função da maior concentração de amônia geralmente observado em silagens mais úmidas. E como consequência, deve haver alterações na digestibilidade de amido.

Na maioria dos casos, silagens de TMR contêm 40 a 60% de MS, com níveis ótimos entre 50 e 55% de MS. Neste intervalo, a fermentação tem ocorrido de forma adequada. É válido notar que, silagens de TMR com umidade excessiva tendem a apresentar maiores concentrações de ácido acético, que pode deprimir o CMS (Gerlach et al., 2021). Ainda, se o objetivo é a comercialização, TMR com maior teor de umidade resultará em maior custo com frete.

4.2. Ingredientes frescos ou fermentados

Bueno et al. (dados não publicados) avaliaram a ensilagem de TMR para bovinos leiteiros com o uso da forragem fresca (planta de milho) ou ensilada (silagem de milho), bem como a combinação de concentrado seco ou fermentado. Não houve alteração do teor de PB entre os tratamentos, mas a ensilagem das TMR elevou a PDR (determinada tanto por incubação *in situ* quanto por fracionamento proteico CNCPS v6.5). Por outro lado, os autores observaram maior degradabilidade ruminal *in situ* da MS na TMR ensilada. A estabilidade aeróbia foi maior para as TMR ensiladas do que para as TMR frescas. Porém, o ganho em estabilidade aeróbia foi muito maior para a silagem de TMR preparada com silagem de milho, comparativamente à silagem de TMR preparada com plantas de milho não fermentadas.

4.3. Fontes de nitrogênio

Lazzari et al. (2021) avaliaram diferentes fontes proteicas (ureia, soja grão, farelo de soja) em TMR ensilada. Os autores reportaram que a ensilagem da ureia

(1% da MS) junto aos demais ingredientes resultou em maior concentração de amônia e proteína solúvel em relação a inclusão de fontes de proteína verdadeira ao momento da ensilagem (farelo de soja ou soja em grãos). Desta forma, os autores relataram diferenças em relação ao fracionamento proteico, onde o uso da ureia levou a maior concentração da fração A1 (amônia) e menores valores para fração B1 (proteína verdadeira), como já esperado. Interessantemente a ensilagem do farelo de soja não elevou a proteína solúvel em relação à uma TMR suplementada com farelo de soja *in natura* (não fermentado), contudo, a fração B2 (proteína ligada a parede celular) foi mais elevada com o uso do farelo de soja não fermentado. O uso de soja em grão não resultou em alterações no conteúdo de proteína, tão qual no fracionamento proteico em comparação ao farelo de soja. Com base neste e em outros estudos, nota-se que a extensão da proteólise em silagens de TMR não se dá na mesma magnitude de forragens ricas em proteína, tais como alfafa, azevém, etc. Também deve-se sugerir que a inclusão de ureia em TMR para ensilagem seja feita em nível menor do que aqueles adicionados à TMR convencionais. Com base nos experimentos conduzidos com silagem de milho tratada com ureia (Huber et al., 1968; Polan et al., 1968), há indícios de a adição de ureia (quando necessária) silagens de TMR deve ser limitada à níveis máximos de 0,5% da MS.

4.4. Melaço

Chen et al. (2014) relatam que a inclusão de 3% de melaço em uma TMR ensilada (umidade de 35,4%) elevou o conteúdo de MS da ração em relação ao controle, bem como de carboidratos solúveis, o que resultou em menor concentração de parede celular (FDN e FDA). Além disso, menor conteúdo de amônia foi observado nas silagens tratadas com melaço. Qiu et al (2014) também estudando a inclusão de 3% de melaço em uma ração ensilada com 45% de umidade não observaram redução do conteúdo de amônia, tal qual sobre os constituintes de parede celular (FDN e FDA). Contudo, a silagem tratada com melaço apresentou maior conteúdo de carboidratos solúveis que a ração controle. Gusmão et al. (2018) relataram menor conteúdo de amido em TMR ensilada com melaço tendo como fonte de forragem o capim elefante fresco. Embora alguns autores tenham sugerido a necessidade de adição de melaço (i.e., fonte de açúcares solúveis) no processo de ensilagem de TMR, vários estudos têm mostrado ser totalmente possível o preparo de silagens TMR sem o uso de melaço.

4.5. Carbonato de cálcio

Tian et al (2020b) avaliando a adição de doses crescente de carbonato de cálcio (0, 0,5, 1 e 1,5%) em silagens com dois conteúdos de umidade (60 e 75%) relataram aumento crescente dos níveis de amônia na silagem, com aumento do carbonato de cálcio, independentemente do teor de umidade. Por outro lado,

a adição do carbonato de cálcio reduziu de forma significativa os conteúdos de carboidratos solúveis, bem como de FDN e FDA, sendo as maiores perdas observadas em silagens mais úmidas. Isto sugere que o aumento de poder tampão causado pela adição de carbonato de cálcio estimulou a fermentação, mas dentre os níveis testados, não foram observados efeitos deletérios à conservação da TMR ensilada.

4.6. Aditivos melhoradores de desempenho animal

Apesar de serem parte integrante de vários tipos de misturas e suplementos para produção de ração total, ainda pouco se sabe como aditivos melhoradores de desempenho animal podem afetar a conservação do alimento, bem como o impacto da fermentação sobre a atividade destes aditivos.

Em silagem de milho, Hoon e Meeske (2011) observaram que a adição de lasalocida sódica (0,15 g/kg) na silagem de milho resultou em menor digestibilidade da matéria orgânica, em função da piora na fermentação da silagem. Isso porque a lasalocida provavelmente reduziu o desenvolvimento de bactérias lácticas, o que resultou em maiores perdas de matéria seca e piora na estabilidade aeróbia. Por outro lado, Lazzari et al (2021) observaram em silagens de TMR que a maior parte da monensina presente no momento da ensilagem foi recuperada no momento de abertura dos silos. Contudo, as silagens se mostraram bem conservadas, além da elevada estabilidade aeróbia.

Foskolos et al. (2016) investigaram os efeitos dos óleos essenciais na degradação de proteínas durante ensilagem. Foram avaliados cinco compostos (timol, eugenol, cinamaldeído, capsaicina e carvacrol) em quatro doses (de 0 a 2 g/kg) foram aplicados sobre o azevém antes da ensilagem. Timol, eugenol e cinamaldeído a 2 g/kg e o carvacrol a 0,5 g/kg reduziram a deaminação nas silagens. O uso do cinamaldeído a 2 g/kg resultou em silagens com maior proporção de proteína verdadeira. Contudo, a maior dose de óleos essenciais (2 g/kg) afetou negativamente o processo fermentativo, diminuindo as contagens de bactérias ácido lácticas e a concentração de ácido láctico, bem como levou ao aumento do pH da silagem. A inibição de bactérias lácticas com óleos essenciais (timol e carvacrol) também foi reportada por Pereira (2018) em silagens de milho e de cana-de-açúcar.

Coletivamente estes resultados sugerem que a utilização de monensina em silagens de TMR parece não ter efeito prejudicial ao processo de conservação, enquanto a utilização de lasalocida e de óleos essenciais em silagens de TMR demanda mais investigação antes de sua recomendação.

5. Considerações finais

A ensilagem de TMR não é uma prática recente, porém no Brasil poucos estudos têm avaliado o processo de conservação de silagens de TMR, além de seus efeitos sobre o desempenho de animais. Enquanto isso, a grande disponibilidade de subprodutos úmidos gerados pela agroindústria tem gerado interesse na produção e comercialização de silagens de TMR ou PMR, assim como sua adoção em fazendas para simplificação do manejo nutricional. A possibilidade de terceirização da produção de TMR ou PMR tem despertado o interesse dos produtores.

O bom padrão de fermentação, a alta estabilidade aeróbia e a maior eficiência alimentar das silagens de TMR são pontos positivos comuns reportados em vários estudos. As alterações nutricionais causadas pela fermentação da TMR podem ser contornadas por ajustes durante o balanceamento da TMR.

Referências Bibliográficas

Abdollahzadeh, F., Pirmohammadi, R., Farhoomand, P., Fatehi, F., and Pazhoh, F. 2010. The effect of ensiled mixed tomato and apple pomace on Holstein dairy cow. *Italian J. Animal Sci.* 9: e41.

Ahmadi, F., G. R. Ghorbani, A. Sadeghi-Sefidmazgi, M. Heydari, H. Rafiee, and K. A. Beauchemin. 2020. Performance and feeding behavior of dairy cows fed high-concentrate diets containing steam-flaked or ground corn varying in particle size. *J. Dairy Sci.* 103:3191–3203.

Alves, S. P., Cabrita, A. R. J., Jerónimo, E., Bessa, R. J., and Fonseca, A. J. M. 2011. Effect of ensiling and silage additives on fatty acid composition of ryegrass and corn experimental silages. *J. Anim. Sci.* 89: 2537–2545.

Bueno, A. V. I., Lazzari, G., Jobim, C. C., Daniel, and J. L. P. 2020. Ensiling Total Mixed Ration for Ruminants: A Review. *Agronomy* 10: 879. doi:10.3390/agronomy10060879

Bueno, A.V.I., Buttow, S.C., Lazzari, G., Gomes, A. L. M., Roco, P. J., De SA, C. A. T., Piran Filho, F. A., Da Silva, S. M. S., Jobim, C. C., and Daniel, J. L. P. 2019. Proteolysis in TMR silages formulated with fresh or fermented ingredients. Pages 1-2 in VI International Symposium on Forage Quality and Conservation, Piracicaba, Brazil.

Bueno, J. L., Bolson, D. C., Jacovaci, F. A. Gomes, A. L. M., Ribeiro, M. G., Bueno, A. V. I., Jobim, C. C., and Daniel, J. L. P. 2020. Storage length interacts with maturity to affect nutrient availability in unprocessed flint corn silage. *Rev. Bras. Zootec.* 49:e20190247. doi: 10.37496/rbz4920190247.

Cao, Y., Takahashi, T., Horiguchi, K. I., Yoshida, N., and Cai, Y. 2010. Methane emissions from sheep fed fermented or non-fermented total mixed ration containing whole-crop rice and rice bran. *Anim. Feed Sci. Technol.* 157: 72-78.

Chen, L., Guo, G., Yuan, X., Shimojo, M., Yu, C., and Shao, T. 2014. Effect of applying molasses and propionic acid on fermentation quality and aerobic stability of total mixed ration silage prepared with whole-plant corn in Tibet. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 27:349.

Driehuis, F., J. M. Wilkinson, Y. Jiang, I. Ogunade, and A. T. Adesogan. 2018. Silage review: Animal and human health risks from silage. *J. Dairy Sci.* 101:4093–4110.

Feussner, I., and Wasternack, C. 2002. The lipoxygenase pathway. *Ann. Rev. Plant Boil.* 53:275–297.

Foskolos, A., Cavini, S., Ferret, A., and Calsamiglia, S. 2016. Effects of essential oil compounds addition on ryegrass silage protein degradation. *Can. J. Anim. Sci.* 96:100–103.

Gadge, P.P., Madhikar, S. D., Yewle, J. N., Jadhav, U. U., Chougale, A. D., Zambare, V. P., and Padul, M.V. 2011. Biochemical studies of lipase from germinating oil seeds (*Glycine max*). *Am. J. Biochem. Biotechnol.* 7: 141–145.

Gerlach, K., J. L. P. Daniel, C. C. Jobim, and L. G. Nussio. 2021. A data analysis on the effect of acetic acid on dry matter intake in dairy cattle. *Anim. Feed Sci. Technol.* 272:114782. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2020.114782.

Gerlach, K., Roß, F., Weiß, K., Büscher, W., and Südekum, K.-H., 2013. Changes in maize silage fermentation products during aerobic deterioration and effects on dry matter intake by goats. *Agric. Food Sci.* 22, 168–181.

Giang, N.T. 2010. Effect of Taro (*Colocasia esculenta*) foliage on the performance of growing common ducks. Master's Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Sweden.

Gomes, A. L., Bueno, A. V., Jacovaci, F. A., Donadel, G., Ferraretto, L. F., Nussio, L. G., Jobim, C. C. and Daniel, J. L. P. 2020. Effects of processing, moisture, and storage length on the fermentation profile, particle size, and ruminal disappearance of reconstituted corn grain. *J. Anim. Sci.* 98:skaa332. doi:10.1093/jas/skaa332

Gusmão, J. O., Danés, M. A. C., Casagrande, D. R., and Bernardes, T. F. 2018. Total mixed ration silage containing elephant grass for small-scale dairy farms. *Grass and Forage Sci.* 73: 717-726.

Hansen, S., and Spears, J. W. 2009. Bioaccessibility of iron from soil is increased by silage fermentation. *J. Dairy Sci.* 92:2896–2905.

Hao, W., Wang, H. L., Ning, T. T., Yang, F. Y., and Xu, C. C. 2015. Aerobic stability and effects of yeasts during deterioration of non-fermented and fermented total mixed ration with different moisture levels. *Asian-Australasian J. Animal Sci.* 28: 816.

Hao, W., Wang, H. L., Ning, T. T., Yang, F. Y., and Xu, C. C. 2015. Aerobic stability and effects of yeasts during deterioration of non-fermented and fermented total mixed ration with different moisture levels. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 28:816.

Hibbs, J. W., and Conrad, H.R. 1976. Complete ensiled corn rations for lactating dairy cows. *Ohio Agri. Res. Dev. Center Res. pp.* 3–18.

Hoffman, P., Esser, N., Shaver, R., Coblenz, W., Scott, M.P., Bodnar, A., Schmidt, R. and Charley, R. 2011. Influence of ensiling time and inoculation on alteration of the starch-protein matrix in high-moisture corn. *J. Dairy Sci.* 94: 2465-2474.

Hoffman, P.C.; and Ocker, S.M. 1997. Quantification of milk yield losses associated with feeding aerobically unstable high moisture corn. *J. Dairy Sci.* 80:234 (Abstr.).

Hoon, J.H., and Meeske, R. 2011. The effect of the inclusion of an ionophore as a silage additive on maize silage characteristics. *Grootfontein Agric.* 11:75.

Huber, J. T., C. E. Polan, and Hillman, D. 1968. Urea in high corn silage rations for dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 27:220–226.

Humer, E., Wetscherek, W., Schwarz, C., and Schedle, K. 2014. Effects of maize conservation techniques on the apparent total tract nutrient and mineral digestibility and microbial metabolites in the faeces of growing pigs. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 197:176–184.

Ibrahim, M. N. M., Van Der Kamp, A., Zemmeling, G., and Tamminga, S. 1990. Solubility of mineral elements present in ruminant feeds. *J. Agric. Sci.* 114:265–274.

Junges, D., Morais, G., Spoto, M. H. F., Santos, P., Adesogan, A., Nussio, C. M. B., and Daniel, J. L. P. 2017. Short communication: Influence of various proteolytic sources during fermentation of reconstituted corn grain silages. *J. Dairy Sci.* 100:9048–9051.

Kalac, P., and Kyzlink, V. 1979. Losses of beta-carotene in red clover in an acid medium during ensiling. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 4: 81–89.

Kondo, M., Shimizu, K., Jayanegara, A., Mishima, T., Matsui, H., Karita, S., Goto, M. and Fujihara, T. 2016. Changes in nutrient composition and in vitro ruminal fermentation of total mixed ration silage stored at different temperatures and periods. *J. Sci. Food Agric.* 96:1175–1180.

Lazzari, G., Poppi, A. C., Machado, J., Bueno, A. V., Gomes, A. L., Jobim, C. C., and Daniel, J. L. 2021. Effects of protein source and lipid supplementation on conservation and feed value of total mixed ration silages for finishing beef cattle. *J. Anim. Sci.* 99:skab032. doi:10.1093/jas/skab032

Lee, M.R.F.; Fleming, H.R.; Cogan, T.; Hodgson, C.; and Davies, D.R. 2019. Assessing the ability of silage lactic acid bacteria to incorporate and transform inorganic selenium within laboratory scale silos. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 253:125–134.

Liu, Q. H., Wu, J. X., and Shao, T. 2019. Roles of microbes and lipolytic enzymes in changing the fatty acid profile, α -tocopherol, and β -carotene of whole-crop oat silages during ensiling and after exposure to air. *Anim. Feed Sci. Technol.* 253: 81–92.

Mackie, R. I., White, B. A., and Bryant, M. P. 1991. Lipid metabolism in anaerobic ecosystems. *Crit. Rev. Microbiol.* 17: 449–479.

Malekian, F., Rao, R.M., Prinyawiwatkul, W., Marshall, W.E., Windhauser, M., and Ahmedna, M. 2000. Lipase and Lipoxygenase Activity, Functionality, and Nutrient Losses in Rice Bran during Storage; LSU Agricultural Experiment Station Reports; Louisiana State University: Baton Rouge, LA, USA, pp. 3–56.

Marshall, S., and Voigt, A.R. 1975. Complete rations for dairy cattle. I. Methods of preparation and roughage-to-concentrate ratios of blended rations with corn silage. *J. Dairy Sci.* 58, 891–895.

McDonald, P., Herderson, A. R., and Heron, S. J. E. 1991. *The biochemistry of silage.* Marlow, Bucks, UK: Chalcombe Publication.

McDowell, L.R. *Vitamins in Animal and Human Nutrition*, 2nd ed.; Iowa State University Press: Ames, IA, USA, 2000; pp. 1–793.

Meenongyai, W., Pattarajinda, V., Stelzleni, A. M., Sethakul, J., and Duangjinda, M. 2017. Effects of forage ensiling and ration fermentation on total mixed ration pH, ruminal fermentation, and performance of growing Holstein-Zebu cross steers. *Anim. Sci. J.* 88: 1372–1379.

Miyaji, M., and Nonaka, K. 2018. Effects of altering total mixed ration conservation method when feeding dry-rolled versus steam-flaked hulled rice on lactation and digestion in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 101: 5092-5101.

Nadeau, E.; Johansson, B.; Jensen, S.K.; Olsson, G. 2004. Vitamin content of forages as influenced by harvest and ensiling techniques. In Proceedings of the 20th General Meeting of the European Grassland Federation, Luzern, Switzerland, 21-14 June 2004; Lüscher, A., Jeangros, B., Kessler, W., Huguenin, O., Lobsiger, M., Millar, N., Suter, D., Eds.; AGFF: Zurich, Switzerland, 2004; pp. 891-893.

Nelson, D.L.; and Cox, M.M. 2008. *Lehninger Principles of Biochemistry*, 5th ed.; W. H. Freeman & Co.: New York, NY, USA, pp. 485-901.

Ning, T., Wang, H., Zheng, M., Niu, D., Zuo, S., Xu, C. 2016. Effects of microbial enzymes on starch and hemicellulose degradation in total mixed ration silages. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 30:171-180.

Nishino N., Wada, H., Yoshida, M., and Shiota, H. 2004. Microbial counts, fermentation products, and aerobic stability of whole crop corn and a total mixed ration ensiled with and without inoculation of *Lactobacillus casei* or *Lactobacillus buchneri*. *J. Dairy Sci.* 87: 2563-2570.

Nishino, N., H. Harada, E. Sakaguchi. 2003. Evaluation of fermentation and aerobic stability of wet brewers' grains ensiled alone or in combination of various feeds as a total mixed ration. *J. Sci. Food Agric.* 83:557-563.

Nishino, N., Hattori, H., Wada, H., and Touno, E. 2007. Biogenic amine production in grass, maize and total mixed ration silages inoculated with *Lactobacillus casei* or *Lactobacillus buchneri*. *J. Appl. Microbiol.* 103: 325-332.

Nozière, P., Graulet, B., Lucas, A., Martin, B., Grolier, P., and Doreau, M. 2006. Carotenoids for ruminants: From forages to dairy products. *Anim. Feed Sci. Technol.* 131: 418-450.

NRC. 2001. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7th ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.

Ohshima, M., and McDonald, P. 1978. A review of the changes in nitrogenous compounds of herbage during ensilage. *J. Sci. Food Agric.* 29:497-505.

Owen, F., and Howard, W. 1965. Effect of ration moisture level on value of alfalfa plus cracked corn as a complete-feed silage for lactating cows. *J. Dairy Sci.* 48: 1310-1314.

Pahlow, G., Muck, R.E., Driehuis, F., Elferink, S.J. and Spoelstra, S.F. 2003. Microbiology of ensiling. In: D. R. Buxton, R. E. Muck and J. H. Harrison, editors, *Silage science and technology*. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America and Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.

Pardue, F.; Fosgate, O.; O'Dell, G.; and Brannon, C. 1975. Effects of complete ensiled ration on milk production, milk composition, and rumen environment of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 58: 901-906.

Peltekova, V. D., and Broderick, G. A. 1996. In vitro ruminal degradation and synthesis of protein on fractions extracted from alfalfa hay and silage. *J. Dairy Sci.* 79: 612-619.

Pereira, L.M. 2018. *Uso de óleos essenciais como aditivos em silagens de milho (Zea mays) e cana-de-açúcar (Saccharum officinarum)*. Dissertação de

mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

Polan, C. E., J. T. Huber, R. A. Sandy, J. W. Hall Jr, and C. N. Miller. 1968. Urea-treated corn silage as the only forage for lactating cows. *J. Dairy Sci.* 51:1445–1449.

Qiu, X., Guo, G., Yuan, X., and Shao, T. 2014. Effects of adding acetic acid and molasses on fermentation quality and aerobic stability of total mixed ration silage prepared with hullless barley straw in Tibet. *Grassland Sci.* 60:206-213.

Rooke, J., and Hatfield, R.D. 2003. Biochemistry of ensiling. In: D. R. Buxton, R. E. Muck and J. H. Harrison, editors, *Silage science and technology*. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America and Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.

Salvo, P. A. R., E. P. Schonell, J. L. P. Daniel, M. C. Santos, G. Morais, J. P. Winckler, J. Silva, and L. G. Nussio. 2015. Effects of *Pichia norvegensis* and air exposure on the nutritive value of corn silages for dairy cows. Pages 70–71 in *Proc. 17th Int. Silage Conf.*, Piracicaba, Sao Paulo, Brazil.

Scherer, R., Gerlach, K., and Südekum, K. H. 2015. Biogenic amines and gamma-amino butyric acid in silages: Formation, occurrence and influence on dry matter intake and ruminant production. *Anim. Feed Sci. Technol.* 210:1-16.

Schingoethe, D. J. 2017. A 100-Year Review: Total mixed ration feeding of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 100: 10143-10150.

Schlegel, P., Wyss, U., Arrigo, Y., and Hess, H. D. 2018. Changes in macro- and micromineral concentrations in herbage during the harvesting and conservation processes. *Grass Forage Sci.* 73:918–925.

Schmidt, P., Restelatto, R., and Zopollatto, M. 2017. Ensiling total mixed rations – an innovative procedure. In: *International Symposium on Forage Quality and Conservation*, 5., July 16-17, 2017. Piracicaba. *Proceedings...Piracicaba, 2017.* p. 7-20.

Senger, T., Wichard, T., Kunze, S., Göbel, C., Lerchl, J., Pohnert, G., and Feussner, I. A. 2004. Multifunctional lipoxygenase with fatty acid hydroperoxide cleaving activity from the moss *Physcomitrella patens*. *J. Boil. Chem.* 280:7588–7596.

Tian, P., Niu, D., Zuo, S., Jiang, D., Li, R., and Xu, C. 2020a. Vitamin A and E in the total mixed ration as influenced by ensiling and the type of herbage. *Sci. Total Environ.* 746:141239.

Tian, P., Vyas, D., Niu, D., Zuo, S., and Xu, C. 2020b. Effects of calcium carbonate on the fermentation quality and aerobic stability of total mixed ration silage. *Anim. Feed Sci.* 29:167-174.

Wang C., N., and Nishino. 2013. Effects of storage temperature and ensiling period on fermentation products, aerobic stability and microbial communities of total mixed ration silage. *J. Appl. Microbiol.* 114:1687-1695.

Wang, H., Ning, T., Hao, W., Zheng, M., and Xu, C. 2015. Dynamics associated with prolonged ensiling and aerobic deterioration of total mixed ration silage containing whole crop corn. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 29:62–72.

Weinberg, Z.G., Chen, Y., Miron, D., Raviv, Y., Nahim, E., Bloch, A., Yosef, E., Nikbahat, M., and J. Miron. 2011. Preservation of total mixed rations for dairy cows in bales wrapped with polyethylene stretch film – A commercial scale experiment. *Anim. Feed Sci. Technol.* 164: 125–129.

Weiss, W. P. 2017. A 100-Year Review: From ascorbic acid to zinc – Mineral and vitamin nutrition of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 100:10045-10060.

Wichert, B.; Kienzle, E.; and Bauer, J. 1998. Palatability and intake of silage in dairy cows, in relation to hygienic quality. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition.* 80: 253–259.

Wongnen, C.; Wachirapakorn, C.; Patipan, C.; Panpong, D.; Kongweha, K.; Namsaen, N.; Gunun, P.; and Yuangklang, C. 2009. Effects of fermented total mixed ration and cracked cottonseed on milk yield and milk composition in dairy cows. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.*, 22, 1625–1632.

Capítulo 3

Dietary fiber and starch for dairy cows: new perspectives from the Nutrient Requirements of Dairy Cattle study report

Luiz F. Ferraretto¹

For full disclosure, the official version of the NASEM – Nutrient requirements of dairy cattle (2021) study report was not released prior to the preparation of this article and thus, the article is based on unofficial chapters, presentations, and proceedings written by the NASEM committee members. Original manuscripts containing equations likely included in the official version will also be addressed.

1. Introduction

The previous Nutrient Requirements of Dairy Cattle study report (NRC, 2001) has been widely used worldwide for research and field applications. But with the vast amount of literature developed since its release, the previous model required an update to meet current industry standards. The new revised version of the study report will be officially released by the end of 2021 and is expected to bring updates and novel concepts, as described during its official release. The objective of this article is to review and discuss key updates on carbohydrates, particularly fiber and starch. Furthermore, a discussion on other approaches, future research needs, and opportunities will be provided.

2. Starch

Diverse carbohydrates may be fed to dairy cows to supply and meet energy demands. However, differences in energy demand and metabolism among cows and throughout lactation exist (Bauman et al. 1980) and therefore, the type and quantity of carbohydrates provided as energy sources to dairy cows are likely dependent upon milk production and the stage of lactation (Allen et al., 2009). Starch is the main storage carbohydrate of cereal grains, and it can be used for multiple purposes; for example, as an energy source for animals and humans, biofuels, and polymer production. Compared with other nutrient and energy sources, such as protein and fiber, starch could be considered an under-evaluated research topic in dairy nutrition even though research addressing starch for ruminants has been available for several decades (Nocek and Tamminga, 1991; Firkins et al., 2001). Because commercial feed analysis laboratories in the United

¹ Assistant Professor and Ruminant Nutrition Extension Specialist. Department of Animal and Dairy Sciences. University of Wisconsin - Madison

States did not measure starch routinely, starch recommendations for dairy cows were not established by the NRC (2001). Despite not being considered a required nutrient (energy has requirements instead of), starch is a very important factor in diet formulation and a topic of discussion among dairy nutritionists. This is primarily due to the fast ruminal degradation rate and consequently, high availability of energy precursors such as glucose. Starch can be rapidly fermented by rumen microorganisms into volatile fatty acids, with prevalence of propionate. Propionate is absorbed into the bloodstream, transported to the liver, and used as a precursor for glucose synthesis (Wiltrout and Satter, 1972). If not digested in the rumen, starch reaches the small intestine and most (from 50 to 100% as a percentage of duodenal starch flow; Ferraretto et al., 2013) starch reaching the small intestine is converted by pancreatic amylase directly into glucose (Huntington, 1997). Thus, despite dairy cows not having established requirements of starch, supplementation of starch directly affects glucose supply and thereby, lactation performance of dairy cows.

2.1 Carbohydrate fractionation

The inclusion of starch to estimate energy was highly anticipated as it became a routine laboratory assay. But along with starch other changes were incorporated into the updated energy predictive equations. First, energy estimative equations will not include estimate values for nonfiber carbohydrates (NFC) and total digestible nutrients (TDN). The increased knowledge on factors affecting starch utilization and on associative effects of starch on fiber digestibility improves model accuracy when implementing discount factors (NASEM, 2021). Instead of NFC, a fraction named residual organic matter (ROM) was included and accounts for water-soluble carbohydrates, ingested fermentation and other short-chain fatty acids, glycerol, soluble fiber, and any other compounds not accounted for in the main feed fractions (Tebbe et al., 2017). A similar approach was previously used in the silage energy model by Schwab et al. (2003) and is the basis of the Milk 2006 tool for ranking corn silage hybrids (Shaver et al., 2006) and the Feed Grain evaluation system (Hoffman et al., 2012) for estimating energy value of corn grain and high-moisture corn. Schwab et al. (2003) subtracted starch from NFC to estimate the non-starch fraction and assigned a true digestibility coefficient of 0.98 based on the NFC coefficient of the NRC (2001). The use of ROM rather than non-starch NFC was chosen because it allowed for the estimation of true digestible ROM coefficient (0.96) from a larger dataset of literature trials (Tebbe et al., 2017; Weiss and Tebbe, 2019).

2.2. Starch digestibility coefficients

With the inclusion of starch, estimating a digestibility coefficient for starch is required. Utilization of dietary starch is primarily dependent upon the amount of starch present in each feedstuff or diet and the availability (ruminal

fermentability plus post-ruminal digestion) of that starch. Starch content and digestibility vary markedly within and among feedstuffs and thereby influence lactation performance (Firkins et al., 2001; Ferraretto et al., 2013). For example, starch digestibility differences among cereal grains are in Table 1. Thus, assessment of starch digestibility is essential for satisfactory diet formulation. Hall and Mertens (2017) highlighted some crucial factors to continue the advance in carbohydrates utilization. These factors included determining whether a method measures what it is proposed to measure, and the accuracy and precision of these measurements. For example (based on the discussion by Hall and Mertens, 2017), the incubation of feeds in ruminal fluid for 7 h (either in vitro or in situ) is the standard assay used in the United States to rank feedstuffs; however, to perfectly correlate ruminal in situ and in vitro values with values determined in vivo remains a challenge. Several factors affect digestibility of nutrients in vivo, including but not limited to intake and passage rate, interaction among nutrients and feedstuffs, and interaction between nutrients and ruminal conditions. Based on these challenges, the new NASEM (2021) model will not include a digestibility coefficient based on laboratory assays.

Table 1. Starch concentration and digestibility of selected cereal grains.

Cereal grain	Starch, % of DM ¹	Range of Effective Ruminal Disappearance, % of starch ^{1,2}	Ruminal Starch Digestibility, % of starch intake ⁴	Total Tract Starch Digestibility, % of starch intake ³
Barley	57.8	50.3 – 91.3	70.8 (46.1 – 91.0)	94.3 (76.1 – 99.5)
Corn	70.4	33.8 – 82.8	53.2 (9.7 – 80.2)	91.7 (69.5 – 99.4)
Oats	44.6	91.8	NA ⁵	NA
Sorghum	72.3	54.1 – 79.8	48.1 (NA)	83.5
Wheat	67.6	66.9 – 93.9	78.9 (59.1 – 95.1)	93.9 (86.3 – 99.1)

¹ Range across all treatments within a cereal grain source, except for oats which had a single value (Offner et al., 2003).

² Effective ruminal disappearance (ERD) was calculated based on in situ incubations as $ERD = a + b \cdot (k_d / k_d + k_p)$; a was the fraction of starch that disappears immediately, b was the potentially degradable starch fractions, k_d was the fractional degradation rate of b, and k_p was the passage rate from the rumen ($0.06\%/h^{-1}$).

³ Average between reviews of Firkins et al. (2001) and Ferraretto et al. (2013), or the sole reported value.

⁴ Range values obtained from the dataset used by Ferraretto et al. (2013).

⁵ Not available in these reviews.

Besides not including starch, the NRC (2001) model included an adjustment factor for grain processing to adjust NFC digestibility accordingly to these effects (as described by Hall and Mertens, 2017). As an assay to determine starch digestibility was not available, the use of similar factors or literature values of diet digestibility coefficients would likely be the best available options. De Souza et al. (2018) in a meta-analytical review using individual animals reported that the best

fit equation to predict total tract starch digestibility included a highly fermentable starch factor in addition to dietary starch concentration and dry matter intake as a percentage of body weight. Diet digestibility values were implemented by the NASEM (2021). Table 2 has some adapted values of the unofficial version of the study report and offers a more elaborated approach than using factors. Besides, it allows for the differentiation between well-known factors affecting starch digestibility if literature is available. It is important to point out, however, that there are still differences in starch digestibility observed within some of these feedstuffs highlighted in Table 2 (i.e., mean particle size, length of fermentation in ensiled feeds or density of steam-flaked corn) without a suggested value. Because the model will permit users to input digestibility coefficient values to account for these missing values, some adjustments will occur as more literature becomes available.

Table 2. Total tract starch digestibility of dairy diets containing selected corn grain sources.¹

Feeds	Total tract starch digestibility (% starch)
Dry ground corn, fine grind (<1,250 µm)	91
Dry ground corn, medium grind (1,500 to 3,250 µm)	89
Dry ground corn, coarse grind (> 3,500 µm)	77
High-moisture corn, fine grind (< 2,000 µm; mean 1,450)	96
High-moisture corn, coarse grind (> 2,000 µm; mean 3,630)	90
Steam flaked corn	94
Corn silage, less than 30% DM	91
Corn silage, 32 to 37% DM	89
Corn silage, more than 40% DM	85

¹Adapted from NASEM (2021), based on previous literature.

Previously, to provide energy values related to particle size effect an exercise was performed (Ferraretto, unpublished) using the average high-moisture corn nutrient composition obtained by Ferraretto et al. (2014) from approximately 6,000 samples, and NE_L was calculated according to the NRC (2001); but separating starch and non-starch NFC digestibility with the modified equations used by the Feed Grain evaluation system (Hoffman et al., 2012). Cracked or rolled, ground, and finely ground corn-based diets had total tract starch digestibility values of 85.0, 90.7, and 91.4% (Firkins et al., 2001) and would have NE_L values of 2.08, 2.20 and 2.22 Mcal/kg. Likewise, total tract starch digestibility increased gradually (from 77.7% to 93.3%; NE_L range from 1.93 to 2.26 Mcal/kg) along with the reduction in MPS from 3.75 mm to 0.75 mm (Ferraretto et al., 2013), on average. A similar exercise could be performed with the new model using a similar approach. Alternatively,

Figure 1 depicts the relationship between geometric mean particle size of dry ground corn and total tract starch digestibility (% of starch intake) by dairy cows. An equation was generated using the data set and model used by Ferraretto et al. (2013). Based on this inverse relationship, a 2.8%-units reduction in total tract starch digestibility should be expected for each mm increase in mean particle size.

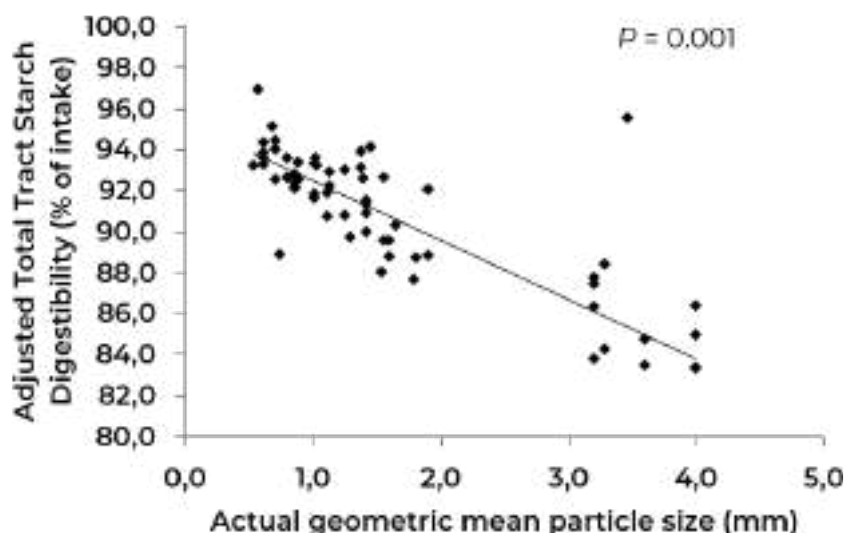


Figure 1. Relationship between geometric mean particle size of dry ground corn and total-tract starch digestibility adjusted for the random effect of trial. Prediction equation: $y = 95.2 - (2.80 * \text{mean particle size}) + (0.030 \pm 2.425; \text{residuals of the random effect of study})$; $n = 62$. Figure was created using the data set and model described by Ferraretto et al. (2013)

It is important to recognize, however, that there were no treatment means available in the data set for dry ground corn with MPS between 2 and 3 mm. As more research trials become available in the literature, perhaps an improved version of this equation and a similar approach for HMC could be obtained. Therefore, it would be key if researchers continue to measure, and report mean particle size as well as particle distribution. The particle size effect is even greater in areas where primarily flint corn is fed to dairy cows (Remond et al., 2004). Weiss (2021) exemplified how to adjust starch digestibility for particle size in semi-flint or dent corn based on the findings of Remond et al. (2004). Briefly, total tract starch digestibility would decrease 2.6%- and 7.5%-units per 1 mm increase in mean particle size of dent and semi-flint corn, respectively.

For other factors missing in vivo literature, measurements of in vitro or in situ starch digestibility could be considered for diet formulation in those cases. Prolonged silage storage, for example. Research trials evaluating the effects of storage length on in vitro starch digestibility of whole-plant corn silage were summarized by Kung et al. (2018). A spike in in vitro starch digestibility was observed in all studies with the initial fermentation. This initial spike was followed by a gradual and less pronounced increase over time. Although literature evaluating

the effects of length of storage on animal performance is scarce, an increase in storage length of rehydrated sorghum grain silage from 30 to 90 days increased milk and milk protein yields (Santos et al., 2019). Commercial laboratories of feed analysis recently included rate of disappearance values (%/h) calculated based on in vitro or in situ starch digestibility assays. Based on these disappearance rates, predicted values of ruminal starch and total tract starch digestibility can be obtained. Table 3 exemplifies this exercise for whole-plant corn silage.

Table 3. Time in the silo effect on starch digestibility of corn silage

Storage length, days	0	30	120	240
ivSD ² , % of starch	58.9	65.2	71.2	75.6
Starch kd, %/h	14.5	17.5	21.8	23.4
Predicted total tract starch digestibility, % of starch	93.6	94.5	95.3	95.6
TDN, % of DM	72.4	72.7	73.0	73.1
NEL ³ , Mcal/kg	1.62	1.63	1.64	1.64
Milk per ton, kg/Mg	1765	1776	1789	1793

¹Corn silage – 35% DM, 7.1% CP, 36.3% NDF, 2% EE, 35.0% starch, 1.5% ash, and 52% NFC.

²In vitro starch digestibility values based on Ferraretto et al. (2015a, b).

³Calculated according to NRC (2001) but separating starch and non-starch NFC digestibility with modified equations used by the Feed Grain Evaluation System (Hoffman et al., 2012).

Conceivably, the combination of laboratory assays and on farm assessment of starch digestibility may be a feasible option. Owens et al. (2016) summarized published equations to predict total tract starch digestibility from starch concentration in feces. Equations had coefficients of determination varying from $R^2 = 0.43$ to $R^2 = 0.94$. Among these equations, Fredin et al. (2014) had the strongest relationship ($R^2 = 0.94$; RMSE = 0.936) between fecal starch measurements and total tract starch digestibility. Based on this equation, additional measurements, such as starch content of the diet or marker concentrations of the feces or diet to determine digestibility, would be unnecessary. Owens et al. (2016) indicated that with the inclusion of dietary starch concentration in those equations, the prediction of total tract starch digestibility would be more reliable. This is agreement with the fact that starch concentration in the diet affected the prediction of digestible starch in the study by White et al. (2017b). In addition, Owens et al. (2016) suggested the inclusion of diet DM digestibility is another inherent element to this relationship as the prediction would have a perfect coefficient ($R^2 = 1.0$) and that the relationship between fecal output and digestibility should be curvilinear and not linear. As explained by Owens et al. (2016), when the digestibility of other nutrient components is unaffected, any variation in fecal starch adjusts the DM digestibility; and thus, a simultaneous but opposite effect on fecal starch and diet digestibility will occur. Under these conditions starch digestibility will increase

at a greater rate than fecal starch, forcing the relationship to be curvilinear. Interestingly, dietary starch concentration did not affect total tract starch digestibility or dry matter digestibility in the meta-analysis review by Ferraretto et al. (2013). Overall, these equations offer the opportunity to estimate total tract starch digestibility on farm and adjust digestibility coefficients. As described by Owens et al. (2016), total tract starch digestibility estimates will be reliable only if obtained fecal and diet samples are representative. This may be a constraint if and when diets are sorted.

Fredin et al. (2014) reported high accuracy of near infrared reflectance spectroscopy to predict fecal starch, which allows for more rapid and inexpensive analysis. Notably, fecal starch cannot be used as an indicator of digestibility of specific feedstuffs but of total diets, and it can be used as a valuable tool to monitor specific groups over time. To our knowledge, there are no peer-reviewed recommendations available for fecal starch; but the most common field recommendations in the dairy industry for fecal starch ranges from 1 to 3%. Continuous assessment after dietary and management adjustments are also recommended.

Research focused on more accurate modeling predictions of starch digestibility values and changes in current assays to allow for these improvements are warranted and would benefit various industry sectors.

3. Fiber

3.1 Intake predictive equations and rumen fill limitations

Besides being an important energy source, forage fiber stimulates chewing and salivation, rumination, gut motility, and health, buffers ruminal acidosis, regulates feed intake, produces milk fat precursors and is the structural basis of the ruminal mat, which is vital for digestion of solid feed particles in the rumen. Furthermore, greater inclusion of homegrown forages is an important strategy to mitigate high concentrate feed costs and improve dairy profitability. Feeding excessive coarse or undigestible material, however, reduces ruminal passage rate constraining intake due to rumen fill, and thus, improving digestibility of dietary fiber is desired for productivity, profitability, and environmental reasons (Adesogan et al., 2019). Incomplete fiber digestion reduces the profitability of dairy production by limiting intake and hence, animal productivity, and increasing manure production. A 1-unit increase in forage NDF digestibility (NDFD) is associated with 0.17 and 0.25 kg/d increases in DMI and milk production, respectively (Oba and Allen, 1999). Fiber digestibility also modulates feeding behavior by dairy cows (Grant and Ferraretto, 2018). Diets containing less digestible forage sources increase eating time (min/d spent in the feed bunk) while reducing total consumption (Grant and Ferraretto, 2018). This is related to increased mastication requirements to swallow the same amount of feed or greater amount of time spent on sorting behavior against coarser fiber particles.

Lignin, the indigestible portion of the NDF fraction, is the key obstacle to fiber digestion as it obstructs the enzyme access to the digestible fiber fractions, cellulose and hemicellulose. In addition, rumen microorganisms cannot breakdown lignin. Thus, the reduction of lignin or indigestible NDF fractions in forages improves fiber digestibility. Due to its importance to animal performance, this association between lignin and other fibrous fractions (i.e., cellulose and hemicellulose) is considered in diet formulation models. For many years nutritional models adopted lignin and an *in vitro* NDFD assays at a given timepoint, after 48 h of incubation for example. With this information, nutritionists ensure cows will not have intake constraints due to rumen fill limitations while meeting their high energy requirements. Concomitantly, forage selection is often based on these indicators. Recently, one of the most utilized nutritional models for diet formulation (CNCPS model) incorporated a new indicator of nutritive value, the undigested NDF after 240 h of incubation in ruminal fluid (Raffrenato et al., 2018). A limitation of using uNDF is that most studies evaluating dietary uNDF concentrations were conducted in the Northeast of the United States and may not represent diets typically fed in other areas.

The previous Nutrient Requirements of Dairy Cattle study report (NRC, 2001) utilized only animal factors to predict intake. Factors were either easily measured or known and included body weight, week of lactation and 4% fat-corrected milk yield. The new model (NASEM, 2021) predicts intake based on animal factors according to the equation by de Souza et al. (2019). This equation includes parity, milk energy (Mcal/d), body condition score, body weight and days in milk. Furthermore, a predictive equation accounting for potential rumen fill effects will be included (Allen et al., 2019). Equation includes dietary forage NDF concentration, ratio of ADF to NDF in the diet, digestibility of forage NDF measured using *in vitro* or *in situ* methods (% of forage NDF), and milk yield (kg/d). Using both equations would allow users to contrast predicted intake based on animal characteristics and based on diet formulation. This will be of even greater importance when formulating diets for pens/groups of high-producing dairy cows. Allen et al. (2019) highlighted this equation does not account for the effect of other dietary factors on intake and further research is warranted.

3.2 Fiber digestibility assays to estimate energy values

Digestibility coefficient calculation of NDF had minor changes compared with the previous model (NRC, 2001). Based on the study by Tebbe et al. (2017), it was defined that differences in NDF digestibility were minor when comparing NDF, NDF on a CP-free basis, or NDF on an ash-free basis. Two predictive equation options are available to estimate digested NDF. The first is the lignin-based equation used by the NRC (2001). The second utilizes *in vitro* NDF digestibility after 48 h of incubation and was based on the study by Lopes et al. (2015). Briefly, this study used samples from 7 studies (with a total of 21 treatment diets), which evaluated *in vivo* total tract NDF digestibility of lactating dairy cows, to determine

which, if any, in vitro digestibility assay would predict in vivo NDF digestibility. Relationship between in vivo NDF digestibility and in vitro NDF digestibility at 48 h ($R^2 = 0.30$; RMSE = 6.28) was stronger than with the 30-h assay ($R^2 = 0.02$; RMSE = 7.43). Users will also have the option of entering an NDF digestibility value of their choice.

4. Adjustment factors

The use of adjustment or discount factors is not novel and was used in the previous model to adjust TDN (NRC, 2001). The current model (NASEM, 2021) only included adjustment factors for starch and fiber digestibility. Briefly, these factors are applied to the base diet and not individual feedstuffs.

A discount factor to adjust for the negative effects of dietary starch concentration on NDF digestibility was expected. The derived equation of the current model was derived from a meta-analysis by De Souza et al. (2018) which used individual animal data instead of treatment means and observed a reduction of 0.59%-units in total tract NDF digestibility for each percentage unit change in dietary starch. These results are very similar to our meta-analysis (Ferraretto et al., 2013), where the digestibility of dietary NDF decreased 0.61%-units ruminally and 0.48%-units total-tract per percentage unit increase in dietary starch content. These effects are often attributed to low rumen pH which is known to affect microbial growth and bacterial adherence and thereby fiber digestion (Mourino et al., 2001). However, the inherently high fiber digestibility of some non-forage fibrous by-products (i.e., soy hull, citrus pulp) commonly used to partially replace corn grain in reduced-starch diets may be partly responsible for this dietary starch concentration effect on fiber digestibility (Ipharraguerre and Clark, 2003). Consumption of DM (expressed as percentage of body weight) had a quadratic effect with an initial increase (from 1.80 to 3.25% of body weight) followed by a decrease in total tract NDF digestibility in the study by De Souza et al. (2018) and a modified version of that equation. White et al. (2017b) observed greater effects of intake than starch concentration on total tract NDF digestibility and suggested that the potential negative effects of starch on consumption may attenuate its effect on NDF digestibility when gut fill is not a constraint. Regardless of future improvements, the current adjustment was anticipated, and it is one of the key advancements of the new model.

Consumption of DM also affects digestibility of starch and 1% reduction in starch digestibility for each unit of DM intake (% of body weight) is expected (de Souza et al., 2018) and used to adjust the starch digestibility. We observed a similar effect on ruminal starch digestibility (Ferraretto et al., 2013). According to the NASEM (2021) report, these studies had databases heavily biased toward dry ground corn and the magnitude of this response may differ for more digestible starch sources. It was also stated this adjustment may induce the model to underpredict starch digestibility of highly digestible starch sources fed to cows consuming high intake levels.

5. Concluding Remarks

Several updates and new developments are available in this new model. The efficacy and establishment of new nutritional and diet formulation practices associated with these changes cannot be predicted or estimated at this time. However, as users learn more about the model and how to use it, new ideas will arise and some of the expected issues (as discussed by committee members within their chapters) solved. From a carbohydrate perspective, future improvements on laboratory assays for nutrient digestibility and research trials validating their relationships with in vivo digestibility are warranted.

References

- Adesogan, A. T., K. G. Arriola, Y. Jiang, A. Oyeabade, E. M. Paula, J. J. Romero, L. F. Ferraretto, and D. Vyas. 2019. *Symposium review: Technologies for improving fiber utilization*. J. Dairy Sci. 102:5726-5755. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15334>
- Allen, M. S., B. J. Bradford, and M. Oba. 2009. The hepatic oxidation theory of the control of feed intake and its application to ruminants. J. Anim. Sci. 87:3317-3334. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-1779>
- Allen, M. S., D. O. Sousa, and M. J. VandeHaar. 2019. Equation to predict feed intake response by lactating cows to factors related to the filling effect of rations. J. Dairy Sci. 102:7961-7969. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-16166>.
- Bauman, D. E., and W. Bruce Currie. 1980. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: A review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. J. Dairy Sci. 63:1514-1529. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(80\)83111-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(80)83111-0)
- de Souza, R. A., R. J. Tempelman, M. S. Allen, and M. J. VandeHaar. 2019. Updating predictions of dry matter intake of lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 102:7948-7960. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16176>
- de Souza, R. A., R. J. Tempelman, M. S. Allen, W. P. Weiss, J. K. Bernard, and M. J. VandeHaar. 2018. Predicting nutrient digestibility in high-producing cows. J. Dairy Sci. 101:1123-1135. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13344>
- Ferraretto, L. F., P. M. Crump, and R. D. Shaver. 2013. Effect of cereal grain type and corn grain harvesting and processing methods on intake, digestion and milk production by dairy cows through a meta-analysis. J. Dairy Sci. 96:533-550. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5932>
- Ferraretto, L. F., P. M. Crump, and R. D. Shaver. 2015a. Effect of ensiling time and exogenous protease addition to whole-plant corn silage of various hybrids, maturities and chop lengths on nitrogen fractions and ruminal in vitro starch digestibility. J. Dairy Sci. 98:8869-8881. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9511>
- Ferraretto, L. F., R. D. Shaver, S. Massie, R. Singo, D. M. Taysom and J. P. Brouillette. 2015c. Effect of ensiling time and hybrid type on fermentation profile, nitrogen fractions and ruminal in vitro starch and NDF digestibility in whole-plant corn silages. The Prof. Anim. Sci. 31:146-152. <https://doi.org/10.15232/pas.2014-01371>
- Ferraretto, L. F., K. Taysom, D. M. Taysom, R. D. Shaver, and P. C. Hoffman. 2014. Relationships between dry matter content, ensiling, ammonia-nitrogen, and ruminal in vitro starch digestibility in high-moisture corn samples. J. Dairy Sci. 97:3221-3227. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7680>

Firkins, J. L., M. L. Eastridge, N. R. St-Pierre, and S. M. Nofstger. 2001. Effects of grain variability and processing on starch utilization by lactating dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 79(E. Suppl.):E218–E238. <https://doi.org/10.2527/jas2001.79E-SupplE218x>

Fredin, S. M., L. F. Ferraretto, M. S. Akins, P. C. Hoffman, and R. D. Shaver. 2014. Fecal starch as an indicator of total tract starch digestibility by lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 97:1862-1871. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7395>

Grant, R. J., and L. F. Ferraretto. 2018. Silage feeding management: Silage characteristics and dairy cow feeding behavior. *J. Dairy Sci.* 101:4111–4121. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13729>

Hall, M. B., and D. R. Mertens. 2017. A 100-Year Review: Carbohydrates – Characterization, digestion, and utilization. *J. Dairy Sci.* 100:10078-10093. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13311>

Hoffman, P. C., D. R. Mertens, J. Larson, W. K. Coblenz, and R. D. Shaver. 2012. A query for effective mean particle size in dry and high-moisture corns. *J. Dairy Sci.* 95:3467–3477. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5126>

Huntington, G. B. 1997. Starch utilization by ruminants: From basics to the bunk. *J. Anim. Sci.* 75:852-867. <https://doi.org/10.2527/1997.753852x>

Ipharraguere, I. R., and J. H. Clark. 2003. Soyhulls as an alternative feed for lactating dairy cows: a review. *J. Dairy Sci.* 86:1052-1073. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73689-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73689-3)

Kung, L., R. D. Shaver, R. J. Grant, and R. J. Schmidt. 2018. *Silage review*: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silage. *J. Dairy Sci.* 101:4020-4033. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13909>

Lopes, F., K. Ruh, and D. K. Combs. 2015. Validation of an approach to predict total-tract fiber digestibility using a standardized in vitro technique for different diets fed to high-producing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 98:2596–2602. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8665>

Mourino, F., R. Akkarawongsa, and P. J. Weimer. 2001. Initial pH as a determinant of cellulose digestion rate by mixed ruminal microorganisms in vitro. *J. Dairy Sci.* 84:848-559. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74543-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74543-2)

Nocek, J. E., and S. Tamminga. 1991. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effects on milk yield and composition. *J. Dairy Sci.* 74:3598–3629. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78552-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78552-4)

NRC. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, D.C.

Oba, M., and M. S. Allen. 1999. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: Effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82:589–596. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75271-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75271-9)

Offner, A., A. Bach, and D. Sauvant. 2003. Quantitative review of in situ starch degradation in the rumen. *Anim. Feed Sci. Technol.* 106:81-93. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(03\)00038-5](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(03)00038-5)

Owens, C. E., R. A. Zinn, A. Hassen, and F. N. Owens. 2016. Mathematical linkage of total-tract digestion of starch and neutral detergent fiber to their fecal concentrations and the effect of site of starch digestion on extent of digestion and energetic efficiency of cattle. *The Prof. Anim. Sci.* 32:531-549. <https://doi.org/10.15232/pas.2016-01510>

Raffrenato, E., C. F. Nicholson, and M. E. Van Amburgh. 2019. Development of a mathematical model to predict pool sizes and rates of digestion of 2 pools of digestible neutral detergent fiber and an undigested neutral detergent fiber fraction within various forages. *J. Dairy Sci.* 102:351-364. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15102>

Remond, D., J. I. Cabrera-Estrada, M. Champion, B. Chauveau, R. Coudure, and C. Poncet. 2004. Effect of corn particle size on site and extent of starch digestion in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87:1389-1399. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73288-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73288-9)

Santos, W. P., G. G. S. Salvati, J. M. Silveira, P. A. R. Salvo, B. A. V. Arthur, V. C. Gritti, K. S. Oliveira, M. V. Ferraz Jr., J. L. P. Daniel, and L. G. Nussio. 2019. The effect of length of storage and sodium benzoate on the nutritive value of reconstituted sorghum grain silages for dairy cows. *J. Dairy Sci.* 102:9028-9038. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16759>

Schwab, E. C., R. D. Shaver, J. G. Lauer, and J. G. Coors. 2003. Estimating silage energy value and milk yield to rank corn hybrids. *Anim. Feed Sci. Technol.* 109:1-18. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(03\)00210-4](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(03)00210-4)

Shaver, R. 2006. Corn silage evaluation: MILK2000 challenges and opportunities with MILK2006. Accessed Apr. 12, 2019. <https://fyi.extension.wisc.edu/forage/evaluating-corn-silage-quality-for-dairy-cattle/>.

Tebbe, A. W., M. J. Faulkner, and W. P. Weiss. 2017. Effect of partitioning the nonfiber carbohydrate fraction and neutral detergent fiber method on digestibility of carbohydrates by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 100:6218-6228. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12719>

Weis, W. P. 2021. Update on estimating energy supply and energy requirements for dairy cows. In: Proc. of the California Animal Nutrition Conference. Pages 55-61. Sacramento, CA.

Weis, W. P., and A. W. Tebbe. 2019. Estimating digestible energy values of feeds and diets and integrating those values into net energy systems. *Trans. Anim. Sci.* 3:953-961. <https://doi.org/10.1093/tas/txy119>

White, R. R., M. B. Hall, J. L. Firkins, and P. J. Kononoff. 2017a. Physically adjusted neutral detergent fiber system for lactating dairy cow rations. II: Development of feeding recommendations. *J. Dairy Sci.* 100:9569-9584. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12766>

White, R. R., Y. Roman-Garcia, J. L. Firkins, M. J. VandeHaar, L. E. Armentano, W. P. Weiss, T. McGill, R. Garnett, and M. D. Hanigan. 2017b. Evaluation of the National Research Council (2001) dairy model and derivation of new prediction equations. 1. Digestibility of fiber, fat, protein and nonfiber carbohydrate. *J. Dairy Sci.* 100:3591-3610. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10800>

Wiltout, D. W., and L. D. Satter. 1972. Contribution of propionate to glucose synthesis in the lactating and nonlactating cow. *J. Dairy Sci.* 55:307-317. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(72\)85487-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(72)85487-0)

Capítulo 4

Como diminuir o stress térmico em vacas leiteiras e aumentar a lucratividade

Adriano Siqueira Seddon¹
Giane Lima Nepomuceno²

No Brasil, existe uma diversidade de sistemas de produção de leite, sendo assim, a sociedade demanda por alimentos de elevada qualidade nutricional, tecnológica e ética que durante o processo produtivo sejam utilizadas técnicas que promovam o mínimo impacto ambiental e o bem-estar animal. Essa demanda tem ocasionado a modernização da cadeia produtiva leiteira nos últimos anos, devido à introdução de novas tecnologias que possibilitam a melhoria do manejo com enfoque no bem-estar animal, no aumento da produtividade e elevação da qualidade do produto final.

Nos animais homeotérmicos, tais como as vacas leiteiras, a capacidade de termorregulação está fortemente relacionada com o equilíbrio energético (AKSIT *et al.*, 2006). Nas alterações térmicas, os mecanismos fisiológicos são aumentados, elevando as taxas de gasto energético (SHINDER *et al.*, 2007, STEWART *et al.*, 2017). Com isso, a temperatura e a umidade do ambiente desempenham um importante papel na contribuição para o estresse térmico, especialmente em vacas leiteiras (BERMAN, 2016).

As vacas leiteiras respondem ao estresse térmico por meio de mudanças na taxa de respiração, sudorese, ofegação, produção de leite, e desempenho reprodutivo (POLSKY; VON KEYSERLINGK, 2017). Assim, condições ambientais inadequadas na produção leiteira, resultam em animais em estresse térmico comprometendo o desempenho lactacional não apenas quando ocorre durante a lactação (Collier *et al.*, 2006), mas também durante o período não lactante antes do parto. A exposição ao estresse por calor durante o período seco prejudica o desenvolvimento da glândula mamária (Tao *et al.*, 2011), o que, por sua vez, diminui a produção de leite na lactação subsequente (Wolfenson *et al.*, 1988). Durante o período de transição, as vacas leiteiras apresentam mudanças em seu comportamento de alimentação, bebida e postura (Huzzey *et al.*, 2005). Além dos efeitos negativos nas vacas, o estresse térmico durante o final da gestação também está associado ao menor peso ao nascer dos bezerros, o que indica crescimento fetal comprometido (Collier *et al.*, 1982b).

Os efeitos de estresse por calor não se limitam aos meses quentes, pois eles se estendem para os meses seguintes (meses frios), resultando em efeitos de

1 Médico Veterinário CowCooling

2 Zootecnista Cowcooling

longo prazo ao longo do ano (Katanani et al., 2002; Zeron et al., 2001). Um período de dois a cinco ciclos estrais (40 a 105 dias) é necessário para a recuperação de danos causados pelo calor do verão e o aparecimento de oócitos adequados no outono subsequente (Torres-Júnior et al., 2008; Roth et al., 2001). Este efeito duradouro do estresse térmico no ovário pool de oócitos pode explicar a fertilidade reduzida durante o outono, quando as vacas não são expostas ao estresse térmico ambiental. Reduziu a fertilidade durante quatro a seis meses do ano, que atribui grandes perdas econômicas na produção (Pierre et al., 2003).

Estudo realizado em 5 fazendas na Alemanha, pesquisaram as características de patógenos causadores de mastite e fatores específicos e ambientais (estresse térmico). No seguinte estudo, mostrou as variáveis contagem de células somáticas, patógeno, paridade e THI tiveram influência significativa na eliminação do patógeno. Os estafilococos foram eliminados em valores mais baixos do que os estreptococos. A eliminação do patógeno dos quartos da glândula mamária com infecções intramamárias foi maior na primeira e na segunda lactação do que nas lactações superiores. Exceder o limite de THI 60 resultou em contagens mais altas de patógenos no mesmo dia (Figura 1). Isso foi causado apenas pelos patógenos leveduras e *Streptococcus uberis*. Os possíveis mecanismos que causam diferenças na eliminação de patógenos são mudanças nas contagens devido às quantidades de leite influenciadas, melhores condições de crescimento em temperaturas mais altas ou reações imunológicas modificadas. O trabalho destaca a contribuição de vacas com alta contagem de células somáticas na transmissão de patógenos da mastite dentro de um rebanho. Além disso, fica claro que o estresse calórico influencia a saúde do úbere e que as medidas de prevenção são indispensáveis (HAMEL et al., 2021).

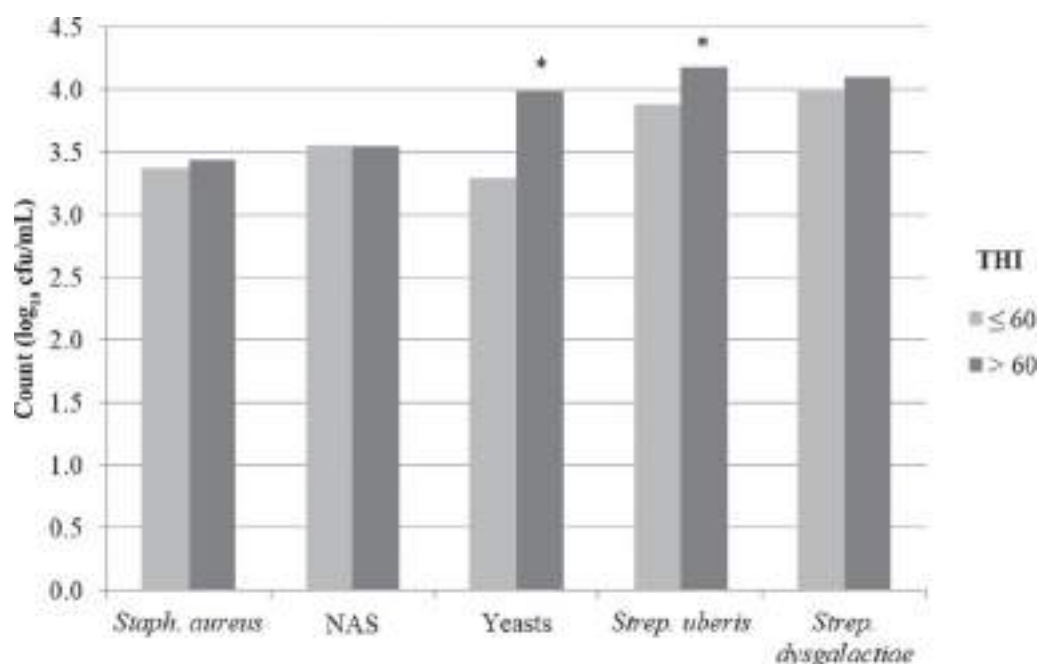


Figura 1. Intensidade de liberação de patógenos de quartos da glândula mamária infectados e a influência do limiar do índice de temperatura-umidade (THI) 60 do mesmo dia. * indica diferença significativa ($P < 0,05$) (HAMEL et al., 2021).

Durante a alta temperatura ambiental, as vacas buscam imediatamente por sombra para reduzir a carga de raios solares durante grande parte do dia. Normalmente, os sistemas de resfriamento auxiliares são orientados para maximizar o resfriamento para vacas sombreadas. No entanto, quando uma estrutura de sombra é orientada de norte a sul, o ventilador e os sistemas de resfriamento são incapazes de rastrear a sombra conforme o ângulo do sol muda ao longo do dia e, portanto, podendo se tornar ineficazes (ANDERSON, 2013).

Para minimizar tais danos, o sistema de resfriamento utilizado em fazendas leiteiras em grande parte do mundo é baseado na combinação de molhar as vacas com frequência, seguindo de ventilação forçada. Sistema desenvolvido e testado em Israel através da cooperação entre o Departamento de Zootecnia do Hebraico Universidade de Jerusalém e o serviço de extensão do Ministério da Agricultura de Israel (FLAMENBAUM, 1986).

Pesquisa realizada por HONIG, avaliou 42 vacas holandesas israelense em dois grupos de tratamento, sendo ciclos de 5(CS) e ciclos de 8(CS) sessões de resfriamento. A pesquisa mostra que resfriar as vacas em 8CS de resfriamento por dia com sessões de 45 min, compreendendo em ciclos de 30 s de banho e 4,5 min de ventilação sem banho, sendo 8CS diminuiu a temperatura retal e a frequência respiratória. As temperaturas retais foram 0,16 e 1,08 ° C mais baixas em vacas 8CS do que em vacas 5CS (Tabela 1). A taxa de respiração foi menor no 8CS do que nas vacas 5CS pela manhã (49,1 e 54,6 respirações / min, respectivamente), e mais à tarde (50,0 e 83,0 respirações / min, respectivamente). CMS e a produção de leite foram 9,3 e 9,6%, respectivamente, maiores nas vacas 8CS de resfriamento quando comparado em vacas com 5CS de resfriamento, mas não foram observadas diferenças entre os tratamentos na eficiência alimentar. O tempo diário de ruminação foi 7,4% maior nas vacas 8CS do que nas vacas 5CS, mas o tempo de ruminação por unidade consumida foi maior nas vacas 5CS do que nas vacas 8CS. Embora as vacas 8CS tenham sido transferidas para a sala de ordenha para sessões de resfriamento 3 vezes mais por dia do que as vacas 5CS, elas se deitaram por 9,9 min / d a mais do que as vacas 5CS e usaram uma proporção maior de seu tempo livre em repouso. Isso indica que aumentar a frequência de resfriamento de vacas estressadas pelo calor e de alto rendimento as ajuda a se sentirem mais confortáveis e, portanto, melhora suas características de bem-estar (HONIG et al., 2012).

Tabela 1: Medições de tempo de ruminação, temperatura retal e frequência respiratória.

	Tratamentos		
	5CS	8CS	SEM
Tempo de Ruminação min/d	409,6	440,1	8,4
Tempo de Ruminação/DMI, min / Kg	16,8	16,5	0,41
Tempo de Ruminação/ingestão de FDN, min/kg	98,9	97	2,4
Frequencia Respiratoria, respirações / min			
Manhã	54,6	49,1	1,12
Tarde	83	50	1,44
Temperatura Retal°C			
Manhã 06:30h	38,51	38,35	0,04
Tarde 15:30h	39,3	38,22	0,05

Vacas leiteiras sob carga de calor foram expostas a 5 ou 8 sessões de resfriamento por dia (designadas 5CS ou 8CS, respectivamente) na área de espera. Cada período de resfriamento teve duração de 45 min, compreendendo ciclos de 30 s de banho e 4,5 min de ventilação (HONIG et al., 2012).

Uma outra pesquisa realizada em Israel por FLAMENBAUM, forneceu às vacas 5-7 sessões de resfriamento por dia, 30-45 minutos cada, permitiu que as vacas produzissem 25-30 kg de leite por dia para manter sua temperatura corporal abaixo de 39,0 C, ao longo do dia. Além disso, vacas não resfriadas apresentaram temperaturas corporais elevadas (acima de 39,5 C), durante parte do dia, e voltaram às temperaturas corporais normais (abaixo de 39,0 C), apenas por algumas horas no final da noite. Estudos realizados em 1985-86, a taxa de concepção (CR) de vacas, resfriadas dessa mesma forma, foi significativamente maior do que vacas não resfriadas (59 vs. 17% e 57 vs. 17%), para a primeira inseminação e para todas as inseminações, respectivamente. A taxa de prenhez (a quantidade de vacas prenhes das vacas elegíveis no rebanho) calculada para 90, 120 e 150 dias após o parto diferiu significativamente entre os grupos, (44, 59 e 73% vs., 5, 11 e 11%), em vacas resfriadas e não resfriadas, respectivamente. As taxas de RC e prenhez obtidas em rebanhos resfriados intensamente neste experimento foram semelhantes às obtidas durante o inverno daquele ano, em fazendas comerciais de leite em Israel.

Diferentemente dos resultados descritos acima, quando as vacas no verão foram resfriadas intensivamente, apenas por um período de 2 dias antes e 8 dias após a IA, a RC não apresentou melhora (31 e 36%), em vacas resfriadas e não resfriadas, respectivamente. Esses resultados permitem concluir que as vacas devem ser resfriadas intensamente e manter a temperatura corporal normalmente durante todo o dia e durante todo o verão (FLAMENBAUM, 2010).

Referências Bibliográficas

Anderson S. D., Bradford J. B., Harner P. J., Allen J. D., Hall L., W., Rungruang S., Smith J. F. 2013. Effects of adjustable and stationary fans with misters on core body temperature and lying behavior of lactating dairy cows in a semiarid climate. *Journal of Dairy Science*. Volume 96, Issue 7, July 2013, Pages 4738-4750.

Flamenbaum I, and Galon N., Management of Heat Stress to Improve Fertility in Dairy Cows in Israel. *Journal of Reproduction and Development*, Vol. 56, Suppl, 2010.

Flamenbaum I., Wolfenson D., Mamen. M., and Berman A. 1986. Cooling dairy-cattle by a combination of sprinkling and forced ventilation and its implementation in the shelter system. *J. Dairy Sci.* 69: 3140-3147.

Flamenbaum I. and Ezra E. 2003. A large-scale survey evaluating the effect of cooling Holstein cows on productive and reproductive performances under subtropical conditions. *J. Dairy Sci.* 86: (Suppl. 1) 19.

Hamel J., Zhang Y., Wentz N., Krömker V. 2021. Heat stress and cow factors affect bacteria shedding pattern from naturally infected mammary gland quarters in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. Volume 104, Issue 1, Pages 786-794.

Honig, H, Miron, J, Lehrer, H, Jackoby, S, Zachut, M, Zinou, A, Portnick, Y and Moallem, U. 2012. Performance and welfare of high-yielding dairy cows subjected to 5 or 8 cooling sessions daily under hot and humid climate. *Journal of Dairy Science* 95, 3736–3742.

Katanani, Y. M., Paula-Lopes, F. F., & Hansen, P. J. 2002. Effect of season and exposure to heat stress on oocyte competence in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 85(2), 390–396.

Pierre, N. R., Cobanov, B., & Schnitkey, G. 2003. Economic losses from heat stress by US livestock industries. *Journal of Dairy Science*, 86(SUPPL. 1), E52–E77.

Roth, Z, Arav, A., Bor, A., Zeron, Y., Braw-Tal, R., & Wolfenson, D. 2001. Improvement of quality of oocytes collected in the autumn by enhanced removal of impaired follicles from previously heat-stressed cows. *Reproduction (Cambridge, England)*, 122(5), 737–744.

Torres-Júnior, J. R., de F A Pires, M., de Sá, W. F., de M Ferreira, A., Viana, J. H. M., Camargo, L. S. A., Ramos, A. A., Folhadella, I. M., Polisseni, J., de Freitas, C., Clemente, C. A. A., de Sá Filho, M. F., Paula-Lopes, F. F., & Baruselli, P. S. 2008. Effect of maternal heat-stress on follicular growth and oocyte competence in *Bos indicus* cattle. *Theriogenology*, 69(2), 155–166.

Zeron, Y., Ocheretny, A., Kedar, O., Borochoy, A., Sklan, D., & Arav, A. 2001. Seasonal Changes in Bovine Fertility: Relation to Developmental Competence of Oocytes, Membrane Properties and Fatty Acid Composition of Follicles. *Reproduction*, 121(3), 447–454.

Capítulo 5

Bem-estar animal: o que o consumidor quer?

Flávia Fontes¹

1. Pra começo de conversa

Dados da Associação Brasileira da Indústria de Alimentos (ABIA) preveem que, até 2050, o Brasil aumentará em 40% a sua produção, para ajudar a alimentar a população global projetada em 9,8 bilhões de pessoas, de acordo com a ONU. Mas, o que essa população vai querer comer?

Os estudos de tendências de consumo têm mostrado uma crescente conscientização dos consumidores sobre qualidade e origem dos alimentos que consomem, especialmente em relação ao bem-estar animal e à sustentabilidade.

Uma pesquisa, da Lightspeed/Mintel, mostrou que 19% dos consumidores entrevistados estão bebendo menos leite, em função de preocupações com bem-estar animal e sustentabilidade. Por outro lado, dentre os consumidores de bebidas vegetais, 27% e 24% estão consumindo mais esses alimentos, por estarem preocupados com bem-estar animal e sustentabilidade, respectivamente.

Um outro dado, do relatório Attitudes Toward Ethics and Sustainability (Brazil 2021), mostra que 58% dos brasileiros entrevistados afirmam que empresas éticas não podem praticar crueldade animal.

Empresas de segmentos concorrentes ao leite, como a NotCo, que produz o NotMilk e NotMilkinho (bebidas vegetais) estão dispostas, segundo Simone Murata, diretora global de marketing da companhia, a “reinventar toda a indústria de alimentos”, pois segundo a versão da empresa, “o maior dano ambiental ao planeta hoje é ligado à criação de animais”.

Enquanto isso, o que se percebe no setor lácteo é um grande marasmo, quebrado aqui e ali por ações, vistas com desconfiança, de quem já enxergou o que quase ninguém consegue ver. Produtores esperam pela indústria e a indústria espera sabe-se lá por quem, pois os consumidores já estão dizendo, em alto e bom som, o que esperam de nós. Seguiremos assim?

2. Comportamento do consumidor

Sou muito grata por toda a minha trajetória como estudante e profissional, mas se eu pudesse voltar no tempo, certamente, teria me dedicado, desde o início do meu curso de Veterinária, a estudar o comportamento do consumidor.

¹ DSc. Ciência Animal UFMG. MBA Comportamento do Consumidor ESPM. CEO Integral Comunicação

Eu sei que pode soar estranho, especialmente para quem ainda enxerga a Veterinária apenas com um viés clínico, mas se tem algo que eu aprendi, ao longo dos meus mais de 20 anos de profissão, foi que as áreas de atuação que o setor leiteiro mais precisa se desenvolver permanecem praticamente inexploradas pelos milhares de Veterinários e Zootecnistas que se formam a cada ano no país. Mas, isso é assunto para outra prosa.

Segundo Michael Solomon, talvez a maior referência mundial em consumo, “o campo de comportamento do consumidor abrange uma extensa área: é o estudo dos processos envolvidos quando indivíduos ou grupos selecionam, compram, usam ou descartam produtos, serviços, ideias ou experiências para satisfazerem necessidades e desejos.

Em seus estágios iniciais de desenvolvimento, os pesquisadores chamavam essa área de estudo de comportamento do comprador, o que refletia uma ênfase, naquela época (nas décadas de 1960 e 1970), sobre a interação entre consumidores e produtos no momento da compra. A maioria dos profissionais de marketing agora reconhece que o comportamento do consumidor, na verdade, é um processo contínuo e não se restringe ao que ocorre no instante em que o comprador faz o pagamento e recebe em troca uma mercadoria ou serviço. A visão atual, mais abrangente, enfatiza o comportamento do consumidor como um processo, que inclui as questões que influenciam o consumidor antes, durante e depois da compra.

Mas, quem é e como se comporta o consumidor de leite e derivados?

Poderíamos escolher, entre inúmeras possibilidades, uma pessoa, para representar o nosso consumidor:



ANA PAULA, 32 ANOS, FISIOTERAPEUTA, MÃE, CLASSE MÉDIA

CARACTERÍSTICAS:

Ana Paula é uma jovem mulher, de 32 anos, fisioterapeuta, casada com Eduardo, que é engenheiro de produção, mãe de Maria, de 2 anos, e grávida de 15 semanas.

Seus principais sonhos estão relacionados com a sua família. Deseja mudar para um apartamento maior pois, além do bebê que está a caminho, pretende ter um terceiro filho.

Sua carreira ficou em segundo plano, em função da maternidade, mas ela pretende voltar a trabalhar assim que os filhos estiverem maiores.

Ela se preocupa bastante com a alimentação da família, escolhendo alimentos que ela considera saudáveis e que tragam informações sobre origem em seus rótulos.

É usuária de redes sociais, seguindo perfis de influenciadoras de maternidade, nutrição e vida saudável.

Como eu disse anteriormente, essa persona é apenas uma, dentre as muitas que compõem os consumidores de leite e derivados. Mas, acredito que ela represente uma parcela importante desse universo, por ser mãe. Quando se fala em alimentação da família, sabemos que as mães são as grandes decisoras e formadoras de hábitos de consumo das gerações futuras.

Nossa persona, como boa parte da população mundial, tem nas redes sociais a sua principal fonte de informação. Que tipo de informação ela vem recebendo sobre o leite?

Possivelmente, uma mistura de mitos e verdades que, certamente, tem trazido confusão e até preocupação. Além de questionamentos sobre a qualidade nutricional dos lácteos, ela agora se depara com questões sobre maus tratos aos animais e danos ao meio ambiente. Essa é a realidade de Ana Paula e de outros milhões de mães em todo o mundo.

3. Mas, afinal, o que o consumidor quer?

Toda decisão de consumo que tomamos é uma resposta a um problema. O problema da Ana Paula, nossa persona, é a desconfiança em relação aos lácteos. Acredito que seja o mesmo de boa parte da população (cerca de 20%, de acordo com o levantamento da Lightspeed/Mintel) que vem reduzindo o seu consumo de leite.

Não acho que 20% seja pouco, pelo contrário, mas o pior, na minha visão, é que esse movimento indica, claramente, uma tendência e, por isso, tende a aumentar significativamente no futuro.

O setor lácteo, então, tem duas opções: ignorar ou se adequar. Falemos sobre a segunda.

As pesquisas sérias, dos mais diferentes tipos, são as únicas formas confiáveis de avaliar comportamentos de consumo. Mas, o que elas dizem?

Um estudo, desenvolvido pela Technomic and the American Society for the Prevention of Cruelty to Animals (ASPCA), órgão Americano de prevenção à crueldade contra animais de produção, mostrou que os consumidores estão preocupados com questões relacionadas ao bem-estar animal e que estão dispostos a pagar mais para que o mesmo seja assegurado.

A pesquisa mostrou que cerca de 70% dos consumidores entrevistados prestam alguma ou muita atenção em rótulos que contém informações sobre a forma como os animais são criados. Outro dado importante, mostra que 90% dos participantes da pesquisa querem consumir produtos de origem animal com certificação de bem-estar animal independente, de terceira parte.

Dados de um trabalho recente (Animals, 2020) mostraram que existe uma valorização cada vez maior dos parâmetros de bem-estar animal em relação a outros atributos de qualidade, e alimentos produzidos sem crueldade animal são considerados, por muitos consumidores, mais saudáveis, seguros, saborosos, higiênicos, autênticos, ecologicamente corretos e tradicionais.

Soma-se a isso o fato que de melhorias nos sistemas de produção, aumentando o bem-estar animal, podem reduzir a incidência de doenças e o uso de antibióticos, como parte de uma estratégia para diminuir as resistências bacterianas globais, e isso resultaria em melhor saúde e bem-estar humanos, todos vinculado ao objetivo One Health (Saúde Única) One Welfare (Bem-estar Único).

4. Mas, quem paga a conta?

A disposição em pagar mais por produtos oriundos de animais criados em condições de bem-estar animal está condicionada à confiança dos consumidores sobre a forma como os animais são criados e à comunicação das marcas sobre esse atributo.

Uma pesquisa, feita na Itália, e publicada no Journal of Dairy Science, mostrou que os consumidores estão dispostos a pagar mais por iogurtes que tragam em seus rótulos indicações claras em seus rótulos a respeito do bem-estar animal. Segundo os pesquisadores, estes resultados mostram que a comunicação sobre o bem-estar animal, quando fornecida aos consumidores, é a principal determinante da sua disposição em pagar mais por um alimento de origem animal, desde que associada com alta qualidade e sabor.

Outro trabalho de pesquisa, publicado no periódico Applied Economic Perspectives and Policy, realizado em cinco países da União Europeia – Itália, Inglaterra, Espanha, Alemanha e França – também mostrou que os consumidores estão dispostos a pagar mais por produtos provenientes de animais criados em condições de bem-estar. O dado mais interessante dessa pesquisa é o efeito positivo das certificações sobre a disposição em pagar mais, o que fornece informações importantes para os profissionais de vendas e marketing das empresas de alimentos de origem animal:

- A mais importante delas, segundo o estudo, diz respeito aos produtores rurais, que são o elo inicial das cadeias produtivas e que precisam criar uma relação de confiança com os consumidores, para que estes acreditem que os padrões de bem-estar animal estão, realmente, sendo atendidos. Isso, obviamente, só é possível por meio de uma certificação.

- Outra informação muito importante trazido por esse estudo é a percepção de credibilidade da fonte de informação (programa de certificação) como um fator crucial para aumentar a confiança dos consumidores.

O que as pesquisas mostram, claramente, é que a “la garantía soy yo” não convence o consumidor que valoriza o bem-estar animal. Além da certificação, transparência e um marketing assertivo são fundamentais para alavancar o consumo e agregar valor aos produtos certificados.

O resultado é uma combinação perfeita: produtos que geram mais dinheiro e, ao mesmo tempo, satisfazem os consumidores.

5. O que tem sido feito no Brasil?

Um ponto de extrema relevância para o estabelecimento de programas de certificação em bem-estar animal é o profundo entendimento da realidade dos locais onde o mesmo pretende ser implantado. Sem isso, os programas tornam-se excludentes e pouco atrativos, não cumprindo o objetivo de atingirem uma parte significativa da cadeia produtiva dos alimentos de origem animal.

Os primeiros programas que chegaram ao Brasil, vindos de outros países, mostram-se totalmente apartados da nossa realidade. Alguns pontos, como o não uso de somatotropina bovina (bST), vão na contramão da realidade brasileira e, principalmente, da ciência. Uma parte bastante considerável do leite brasileiro é proveniente de vacas que recebem bST, tornando impraticável, em termos de produtividade, a sua retirada. Mas, mais importante que isso é o fato de que estudos já mostraram claramente que os receptores para somatotropina são espécie-específicos, não havendo, portanto, qualquer ação desse hormônio no organismo humano após o consumo de leite e derivados provenientes de vacas que receberam o bST.

Criado há pouco mais de dois anos, o programa de certificação da Integral Certificações (www.integralcertificacoes.com.br) traz um conceito pioneiro no bem-estar animal. Como braço de uma empresa de comunicação (Integral Comunicação), a Integral Certificações tem como principais diferenciais seu corpo técnico, com profundo conhecimento da pecuária e suas realidades, além de ser a única companhia brasileira a ter como clientes todos os elos das cadeias produtivas.

Os programas de certificação em bem-estar animal da Integral Certificações empregam o conceito de ecossistema, com o objetivo de fortalecer as cadeias produtivas de alimentos de origem animal, criando a cultura de rastreabilidade e origem de todos os elos envolvidos – produtores, empresas de insumos, indústrias e consumidores finais – e agregar valor aos produtos. E, o mais importante, levar ao consumidor um alimento com garantias e total segurança quanto ao cumprimento dos requisitos de cada protocolo. O selo de cada programa, estampado nas embalagens dos produtos, significa que há um processo de auditorias de terceira parte (o tipo mais valorizado pelos consumidores), dando garantias de cumprimento, transparência e confiabilidade.

PROGRAMA PARA FAZENDAS E INDÚSTRIAS

Esse programa foi criado com o objetivo de assegurar que os produtos de origem animal que estampam este selo em suas embalagens é proveniente de fazendas, granjas e criatórios nos quais:

- Os funcionários trabalham em um ambiente psicologicamente saudável;
- Não é permitido qualquer tipo de maus tratos e/ou sofrimento desnecessário aos animais;
- Os animais recebem uma nutrição especialmente formulada para cada estágio de suas vidas e são mantidos em ambientes confortáveis e seguros;
- Existe um programa robusto de prevenção de doenças, elaborado e acompanhado por Médico Veterinário, visando o uso racional de medicamentos, especialmente antibióticos, nas explorações animais;

Este programa, desenhado pela Integral Certificações e chancelado pela QCONZ América Latina (braço da QCONZ New Zealand), é uma certificação privada de terceira parte, e foi baseado nas regras da Organização Mundial de Saúde, bem como nas pesquisas desenvolvidas por Universidades e Instituições brasileiras e internacionais, adaptadas para a realidade da pecuária do Brasil.

PROGRAMA PARA EMPRESAS DE INSUMOS

O objetivo deste programa é credenciar empresas de insumos que estejam alinhadas aos propósitos do nosso programa, ofertando produtos e serviços que sejam capazes de promover, aumentar e/ou garantir o bem-estar animal. Para ser parte desse programa, as empresas precisam:

- Fazer parte de um ecossistema de bem-estar animal, alicerçado por nosso programa de certificações
- Contribuir para a disseminação dos conceitos de bem-estar animal nas fazendas
- Fomentar o uso de práticas e conceitos que estimulem bem-estar animal

6. Pra terminar

O que aconteceria se a sua marca/produto ou a marca/produto em que você trabalha desaparecesse agora?

A verdade pode ser bem decepcionante: de cada quatro marcas/produtos que subitamente deixam de existir, somente uma faz falta.

Esse dado é do estudo Meaningful Brands, do Grupo Havas, que há 12 anos mapeia o valor e influência das marcas ao redor do mundo. Foram ouvidas mais de 395 mil pessoas, de 30 países, sendo 23 mil do Brasil. Temas como transparência e ética se destacaram entre os entrevistados do nosso país.

A pesquisa mostrou que a credibilidade das marcas nunca esteve tão na berlinda quanto atualmente, caracterizando o que eles chamam de a “era da desconfiança” na relação entre marcas e consumidores. Os números são alarmantes:

- Apenas 47% das marcas são consideradas confiáveis; o índice mais baixo já registrado pelo estudo;
- Somente 34% dos entrevistados (aproximadamente 1 em cada 3) acham que as empresas são transparentes;
- Inéditos 70% duvidam que as marcas cumprem o que prometem.

“Para serem essenciais e insubstituíveis as marcas precisam assumir um papel autêntico à sua essência, e se comprometer com impactos positivos na sociedade”, afirma Agatha Kim, vice-presidente de estratégias da Havas.

Os concorrentes vegetais e laboratoriais dos alimentos de origem animal não serão inacessivelmente caros para sempre. Seguiremos essenciais ou não?

Capítulo 6

Fatores que determinam o sucesso dos índices reprodutivos em fazendas leiteiras

*Carlos Eduardo Cardoso Consentini¹,
Lucas Oliveira² e Silva e Roberto Sartori³*

1. Introdução

Em fazendas leiteiras, a eficiência reprodutiva tem estreita relação com a rentabilidade econômica. Uma maior eficiência reprodutiva está associada a menos dias em lactação (DEL) médios do rebanho, maior número de vacas em lactação, maior produção de leite por vaca e melhora no perfil de descarte. Antes de discutir fatores que determinam o sucesso dos índices reprodutivos, é preciso conhecer os mesmos. A eficiência reprodutiva pode, e deve, ser avaliada por meio da mensuração de diferentes indicadores, sendo os principais a taxa de serviço (TS), taxa de concepção ou prenhez por inseminação artificial (P/IA) e taxa de prenhez aos 21 dias (TP21d). Tais índices são calculados, geralmente, por softwares computadorizados de gestão e representados em intervalos de 21 dias.

A TS representa a eficiência da fazenda em inseminar as vacas, pois é calculada pelo número de vacas inseminadas dividido pelo número total de vacas aptas a serem inseminadas naquele período. A P/IA representa a fertilidade das vacas inseminadas, pois é o número de vacas prenhes dividido pelo número de vacas inseminadas. Por último, a TP21d é um índice que pode ser considerado composto pela TS e P/IA, e é definida pelo número de vacas gestantes sobre o total de vacas aptas a serem inseminadas a cada 21 dias. Portanto, quanto maior a TS (eficiência da fazenda em inseminar vacas aptas) e maior a P/IA (vacas que emprenham após serem inseminadas), maior a TP21d, ou seja, maior a velocidade com que as vacas emprenham dentro do sistema de produção. Sendo assim, a TP21d é um importante indicador de eficiência reprodutiva, e está relacionada ao intervalo de partos (IP) e rentabilidade econômica da fazenda.

Atualmente, nos sistemas intensivos de produção de leite, há vacas de alta produção (> 9.000 kg por lactação), que, muitas vezes, são associadas a menor fertilidade ou eficiência reprodutiva. Como se sabe, a eficiência reprodutiva é impactada de forma multifatorial, sendo importante, não só olhar para o manejo e ferramentas reprodutivas, mas também ter uma visão holística do sistema de produção e procurar entender e controlar fatores que afetam a reprodução. Este artigo aborda o impacto de importantes fatores que afetam a performance reprodutiva de vacas leiteiras.

1 Pos Doutorando university of Wisconsin

2 Pos Doutorando university of Wisconsin

3 Professor Titular do Departamento de Zootecnia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP)

2. Período de transição – A transição para o sucesso reprodutivo

Um período de transição de sucesso é um fator determinante para a performance reprodutiva, pois o que acontece durante o mesmo afeta a curto e a longo prazo a produção de leite e a reprodução. Vacas que apresentam problemas de saúde no início da lactação tem menor fertilidade, não só na primeira IA pós-parto, mas até os 150 DEL. Além disso, a perda gestacional é maior nessas vacas durante toda a lactação, considerando inseminações até 300 DEL (Figura 1).

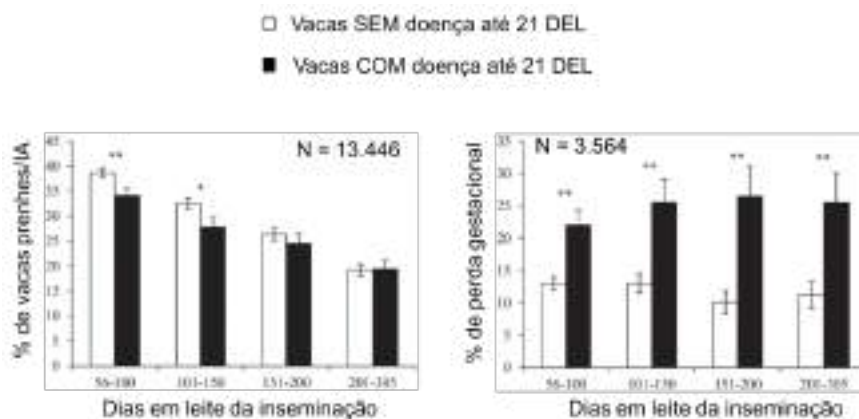


Figura 1. Prenhez por inseminação artificial (P/IA) e perda gestacional em cada faixa de dias em lactação (DEL) no momento da IA de acordo com a ocorrência ou não de doença nos primeiros 21 DEL (coluna branca: vacas sem histórico de doença pós-parto; coluna preta: vacas com histórico de doença pós-parto). As doenças avaliadas no estudo foram retenção de placenta, metrite, mastite clínica, problemas digestórios e respiratórios. *representa diferenças ($P < 0,05$) e **representa diferenças ($P < 0,01$). Adaptado de Carvalho et al. (2019).

Portanto, a performance reprodutiva de vacas que apresentam doenças no pós-parto é comprometida, com menor porcentagem de vacas parindo novamente na fazenda (Tabela 1) e menor probabilidade de engravidar cedo na lactação, refletido por DEL maiores no momento da prenhez de sucesso, ou seja, prenhez que resultaram em novo parto na fazenda (Tabela 1).

Tabela 1. Intervalo entre parto e prenhez de sucesso (aquela que resultou em parto subsequente) e porcentagem de vacas parindo novamente na fazenda de acordo com a ocorrência de doença nos primeiros 21 dias em lactação (DEL). Adaptado de Carvalho et al. (2019).

Item	Doença nos primeiros 21 DEL ¹		
	Sem doença (n = 3.148)	1 doença (n = 1.039)	> 1 doença (n = 146)
Intervalo entre parto e prenhez, d	159,3 ^c	182,8 ^b	204,7 ^a
% de vacas parindo novamente	72,8 ^a	59,6 ^b	47,3 ^c

^{a,b,c}Letras diferentes indicam diferença ($P < 0,01$).

¹As doenças avaliadas neste estudo foram: retenção de placenta, metrite, mastite clínica, problemas digestórios e respiratórios.

Outro aspecto importante relacionado ao período de transição é a mudança de escore de condição corporal (ECC), pois esta está relacionada com saúde, retorno à ciclicidade e fertilidade. Apesar do pré e pós-parto imediato serem períodos de desafio metabólico e imunológico, em que o consumo de matéria seca é reduzido, estudos mostraram que há uma parcela de vacas que mantém ou ganha ECC durante esse período. Epidemiologicamente, as vacas que ganham ECC são aquelas que chegam mais magras ao parto, retornam à ciclicidade mais cedo no pós-parto e apresentam menos problemas de saúde (Tabela 2).

Tabela 2. Efeito da mudança de escore de condição corporal (ECC) durante o período de transição no retorno à ciclicidade e incidência de doenças. Adaptado de Barletta et al. (2017).

Item	Mudança de ECC no período de transição			P
	Perda	Mantença	Ganho	
% de vacas (n/n)	50 (122/245)	22 (54/245)	28 (69/245)	-
ECC 21 dias pré-parto	3,0 ^a	2,7 ^b	2,6 ^c	< 0,01
ECC 21 dias pós-parto	2,5 ^a	2,7 ^b	2,9 ^c	< 0,01
DEL ¹ na primeira ovulação pós-parto, d	47,1 ^a	37,9 ^b	33,9 ^c	< 0,01
Vacas cíclicas aos 50 DEL, %	81,1 ^c	94,4 ^b	100,0 ^a	0,015
Vacas com > 1 problema de saúde, %	62,9 ^a	46,2 ^b	39,4 ^b	0,007

¹DEL = Dias em lactação.

Em relação à fertilidade, vacas que ganham ECC apresentam muito boa P/IA na primeira IATF pós-parto, como mostram os resultados de dois estudos, representados na Figura 2. Portanto, estas são as vacas com maior probabilidade de engravidar cedo na lactação.

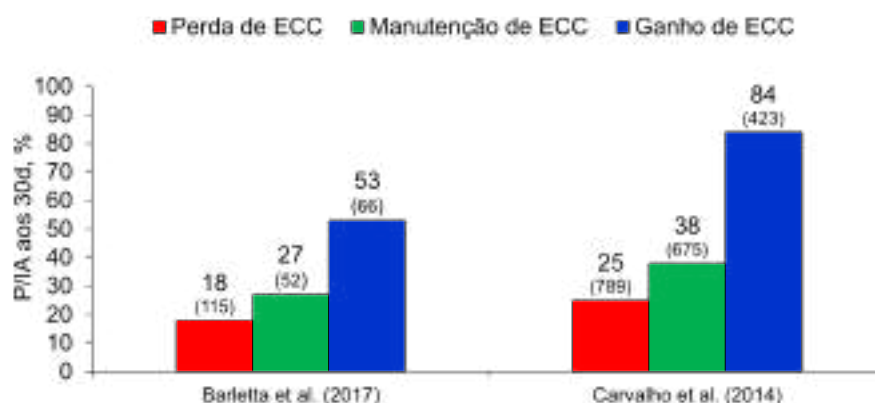


Figura 2. Prenhez por inseminação artificial (P/IA) na primeira IA em tempo fixo pós-parto de vacas leiteiras que perderam, mantiveram ou ganharam escore de condição corporal (ECC) durante o período de transição. Resultados de uma fazenda no Brasil (Barletta et al., 2017) e duas fazendas nos EUA (Carvalho et al., 2014).

Considerações: Para se otimizar o período de transição e reduzir a perda de ECC pós-parto, é fundamental as vacas parirem saudáveis, mas com ECC relativamente baixo. Vacas com ECC excessivo ao parto ($> 3,25$) apresentam maior perda de ECC pós-parto, mais problemas de saúde, atraso no retorno à ciclicidade e menor fertilidade. É válido lembrar que tentar manejar as vacas para perder peso ou ECC no período seco não é uma estratégia adequada. A perda de ECC durante o período seco está associada à maior incidência de doenças e menor fertilidade pós-parto. Do mesmo modo que o ECC excessivo é prejudicial, vacas com ECC muito baixo ($\leq 2,5$) ao parto também apresentam atraso no retorno à ciclicidade, mais problemas de saúde e menor fertilidade. Provavelmente, a melhor forma de controlar o ECC ao momento do parto seja a própria reprodução, visto que a alta eficiência reprodutiva aumenta o número de vacas emprenhando cedo na lactação, as quais deixam de lactar em um momento adequado, não engordam no fim da lactação e no período seco e parem com ECC adequado, podendo assim manter ou ganhar ECC após o parto subsequente e emprenhar cedo novamente, entrando assim no “Ciclo da Alta Fertilidade”.

3. O desejado “Ciclo da Alta Fertilidade”

Reduzir o IP médio do sistema de produção é economicamente positivo. Entretanto, será que emprenhar cedo na lactação impacta a fisiologia e a reprodução da vaca a longo prazo? Tal pergunta é respondida pelo conceito do “ciclo da alta fertilidade”, recém estabelecido na literatura (Middleton et al., 2019). Neste estudo, os autores reportaram que vacas que atingiram IP de 13 meses (395 dias) apresentaram ECC adequado ao parto ($\leq 2,7$) comparado a vacas que atingiram IP prolongados, as quais pariram com ECC excessivo. Além disso, todas as vacas com IP de 13 meses mantiveram ou ganharam ECC pós-parto, o que já foi discutido ser positivo para saúde, ciclicidade e fertilidade. Neste estudo, os autores também reportaram menos problemas de saúde em vacas mantendo ou ganhando ECC, e estas vacas apresentaram maior fertilidade e menor perda gestacional comparado àquelas que perderam ECC. Portanto, estas são as vacas com maior oportunidade de emprenhar cedo novamente.

Considerações: O conceito de emprenhar cedo na lactação (até 150 DEL), atingindo um IP médio próximo de 13 meses, aumenta consideravelmente a probabilidade de as vacas parirem com ECC adequado, as quais apresentam menos chance de perder ECC, inclusive, mantendo ou ganhando ECC no pós-parto, além de terem menor incidência de doenças, melhor ciclicidade e muito boa fertilidade. Estas vacas podem então emprenhar cedo novamente na lactação, entrando assim no ciclo da alta fertilidade (Figura 3).



Figura 3. Esquema do “Ciclo da Alta Fertilidade”. DEL: dias em leite; ECC: escore de condição corporal. Adaptado de Carvalho et al. (2014), Barletta et al. (2017), Middleton et al. (2019).

4. “O bom (mau) e velho” estresse térmico

Outro fator importante e conhecido que afeta a performance produtiva e reprodutiva de vacas leiteiras é o estresse térmico. Considerando o cenário tropical e subtropical do Brasil, é imprescindível um direcionamento da infraestrutura das instalações com o objetivo de aumentar o conforto das vacas. O estresse térmico influencia o consumo de matéria seca, o bem-estar animal, o sistema imune, e ainda apresenta efeitos negativos a longo prazo nas progênieis cujas mães foram expostas a estresse térmico durante a gestação.

A queda na performance reprodutiva em vacas sob estresse térmico pode ser parcialmente explicada pelo impacto negativo do estresse térmico na qualidade e competência oocitária o que leva ao menor desenvolvimento de blastocistos/embriões. Sartori et al. (2002) reportaram que vacas lactantes, devido à uma maior ingestão de matéria seca comparado a novilhas, possuem menor capacidade de controlar a temperatura corporal frente ao aumento da temperatura ambiente. No mesmo estudo, os autores reportaram menor taxa de fecundação e menor porcentagem de embriões viáveis em vacas lactantes comparadas a novilhas (Tabela 3), ambas no verão.

Tabela 3. Taxa de recuperação, taxa de fecundação e porcentagem de embriões (graus 1 a 3) de novilhas e vacas lactantes, colhidos após ovulação simples, durante o verão. Adaptado de Sartori et al. (2002).

Item	Novilhas	Vacas lactantes	P
Taxa de recuperação, % (n/n)	39,5 (32/81)	30,9 (38/123)	NS
Taxa de fecundação, % (n/n)	100,0 (32/32)	55,3 (21/38)	< 0,05
Embriões viáveis (grau 1 a 3), % (n/n)	71,9 (23/32)	33,3 (7/21)	< 0,05

Portanto, percebe-se que o estresse térmico tem efeito negativo na qualidade oocitária de vacas leiteiras, a curto e a longo prazo (40 a > 100 dias), devido ao período fisiológico da foliculogênese.

No intuito de representar o impacto do estresse térmico na fertilidade, a Figura 4 apresenta dados de um ano reprodutivo de uma fazenda comercial no Brasil (Consentini et al., 2018). Primeiramente, nota-se que, independentemente de a inseminação ter ocorrido após observação de cio ou por meio de IATF, vacas inseminadas na estação quente do ano apresentaram uma queda de aproximadamente 20% na P/IA (Figura 4A). Visando entender o impacto de diferentes variáveis associadas ao estresse térmico na fertilidade, este estudo avaliou o efeito da temperatura retal e do índice de temperatura e umidade (temperature and humidity index, THI) no momento da IA. Não só a temperatura ambiente, mas sim a relação entre temperatura e umidade relativa do ar gera um parâmetro mais apropriado para avaliar o estresse térmico em vacas leiteiras. As três variáveis de estresse térmico avaliadas impactaram a fertilidade de maneira similar, com uma redução de 20% na P/IA de vacas com temperatura corporal elevada, naquelas inseminadas na estação quente do ano e quando o THI se encontrava > 68 (Figura 4B).

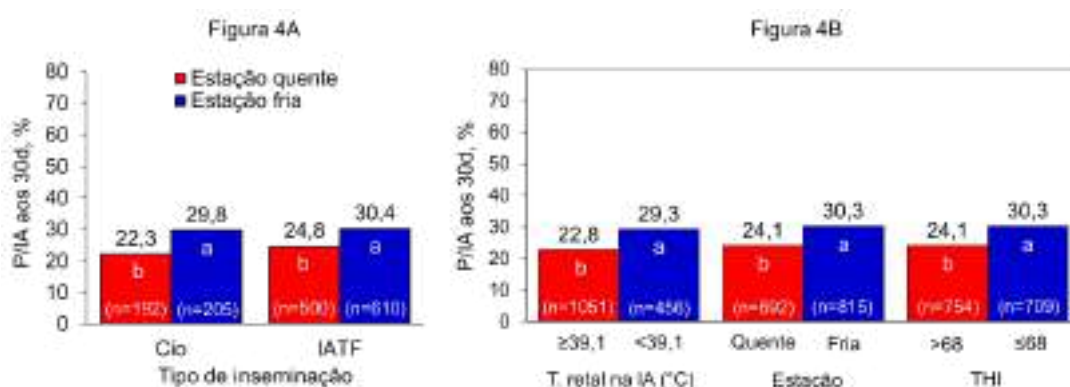


Figura 4. Impacto de variáveis associadas ao estresse térmico na fertilidade (prenhez por inseminação artificial, P/IA) de vacas leiteiras durante um ano reprodutivo de uma fazenda comercial no Brasil. Figura 4A: Impacto da estação do ano na P/IA de vacas inseminadas em cio ou por IA em tempo fixo (IATF). Figura 4B: Impacto da temperatura retal no momento da IA, da estação do ano e do índice de temperatura e umidade (THI) na P/IA de vacas leiteiras. Estação fria: abril a setembro e estação quente: outubro a março. Adaptado de Consentini et al. (2018).

O mesmo estudo analisou a dinâmica do THI e da P/IA durante os meses do ano (Figura 5). Nota-se, por exemplo, que em nenhum dos meses da estação quente o THI esteve abaixo de 68, e que a fertilidade tem uma relação inversa com o THI, ou seja, conforme a estação fria começa e o THI começa a abaixar, a P/IA começa a aumentar, e o inverso acontece na transição para a estação quente. Além disso, o aumento na fertilidade não aconteceu simultaneamente à queda do THI. Inclusive, a maior fertilidade não foi registrada nos meses de menor THI, mas sim no mês de setembro, neste banco de dados. Tal fato se repete em outros estudos e representa o efeito a longo prazo do estresse térmico, por exemplo, na qualidade oocitária, pois as vacas inseminadas em setembro tiveram a maior parte ou toda sua foliculogênese acontecendo durante a estação fria, enquanto que as vacas inseminadas na primeira metade da estação fria, tiveram parte da foliculogênese acontecendo durante a estação quente.

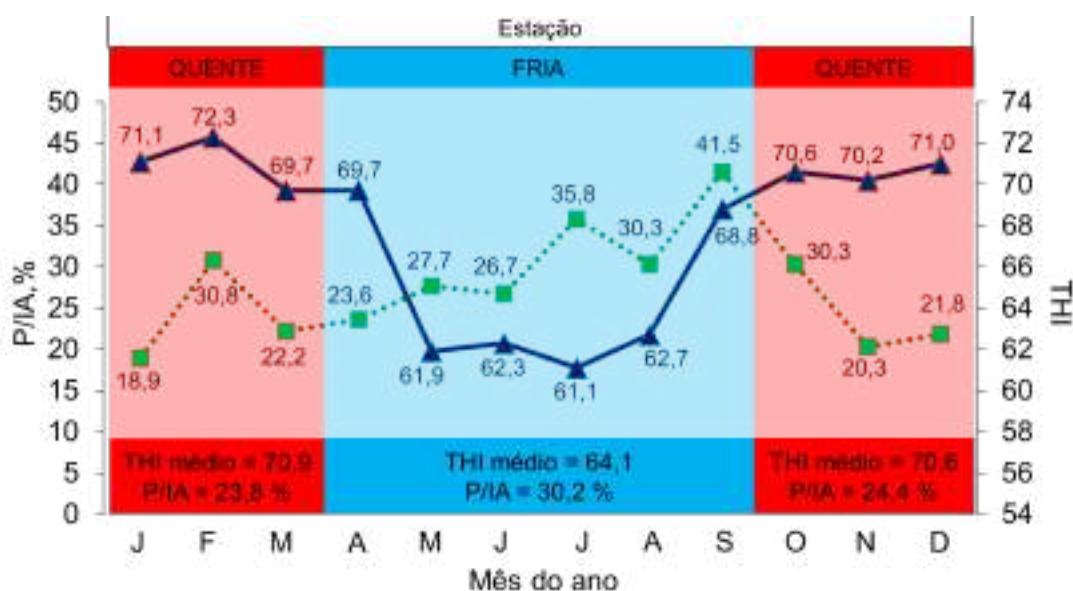


Figura 5. Perfil do índice de temperatura e umidade (THI, linha azul) e prenhez por inseminação artificial (P/IA, linha verde) durante um ano reprodutivo de uma fazenda comercial no Brasil (n = 1.507 inseminações). Estação fria: abril a setembro e estação quente: outubro a março. Adaptado de Consentini et al. (2018).

Cada fazenda deve entender sua situação e necessidade de implementar estratégias de mitigação do estresse térmico de maneira eficiente, como por exemplo, sombra natural ou da instalação, ventilação natural, ventilação forçada, aspersão, ou ventilação associada a aspersão. Além disso, é necessário pensar na intensidade do resfriamento das vacas, levando em consideração alguns aspectos como: local de resfriamento das vacas (apenas na sala de espera da ordenha, na sala de espera e na linha de cocho da instalação, ou em instalação à parte apenas para o resfriamento pontual das vacas), duração e tipo de exposição ao resfriamento (horas por dia com acesso ao resfriamento, intensidade e tipo de aspersão, ventilação, secagem das vacas).

Com base em dados de rebanhos leiteiros de Israel (Flamembaum e Galon, 2010), vacas não resfriadas, comparadas a vacas resfriadas 4,5 horas/dia (apenas sala de espera) ou 7,5 horas/dia (sala de espera e linha de alimentação), tiveram maior redução na produção de leite no verão (queda de 3,6, 1,6, e 0,6 kg/dia, respectivamente), menor relação de produção entre verão/inverno (90,7, 96,1 e 98,5%, respectivamente) e menor P/IA no primeiro serviço no verão (15, 34, e 34%, respectivamente). Pensando em estratégias de manejo reprodutivo, a transferência de embrião (TE) tem sido reportada como uma potencial ferramenta para minimizar os efeitos negativos do estresse térmico. Baruselli et al. (2020) reportaram fertilidade reduzida nas estações quentes do ano usando IA ou TE, no entanto, a P/TE foi maior que a P/IA em estações quentes (38 vs. 23%), além de ter uma menor variação ao longo do ano em comparação à IA.

Considerações: Em regiões tropicais e subtropicais como o Brasil, durante uma considerável parte do ano, as vacas leiteiras sofrem estresse térmico. Devido aos efeitos negativos, é imprescindível o direcionamento da infraestrutura e do manejo do rebanho para diminuir o estresse térmico e aumentar o conforto das vacas. Se realizado com eficiência, a diminuição do estresse térmico durante o ano, aumenta a produção de leite geral das vacas e atenua a queda na fertilidade e produção durante as estações quentes. Um outro aspecto relevante é a significativa diminuição da expressão de cio durante as estações quentes. Nesse contexto, o uso da IATF garante maior TS durante os períodos mais críticos, se comparado a estratégias de IA em cio.

5. “Efeito Touro”

Nos últimos anos, tem ganhado atenção, tanto na academia como da porteira para dentro da fazenda, o impacto do touro (sêmen) utilizado na IA na fertilidade das vacas. Obviamente, a variação na P/IA de acordo com touro sempre existiu nas fazendas, mas atualmente nota-se uma maior preocupação em identificar essa variação e entender como a escolha dos touros está impactando a performance reprodutiva.

Um estudo compilando 857.539 registros de inseminação em fazendas americanas entre 2008 e 2012, dividiu os touros em três classes de fertilidade (baixa, média e alta) e, interessantemente, reportou que o “efeito touro” acontece independentemente do tipo de inseminação, após observação de cio ou IATF (Figura 6A). Portanto, inseminar em cio ou IATF não altera a fertilidade do touro, assim como os touros de menor ou maior fertilidade mantêm os resultados independentemente do tipo de inseminação.

Para demonstrar a importância de analisar o cenário dentro da fazenda e representar o impacto da variação da fertilidade dos touros na P/IA, os resultados de sete touros (quatro de menor e três de maior fertilidade) utilizados em uma fazenda comercial no Brasil foram compilados e analisados (Figura 6B). Esses

resultados mostram que há variação na fertilidade entre touros, independente do critério de seleção (planejamento genético, preço do sêmen, fertilidade).

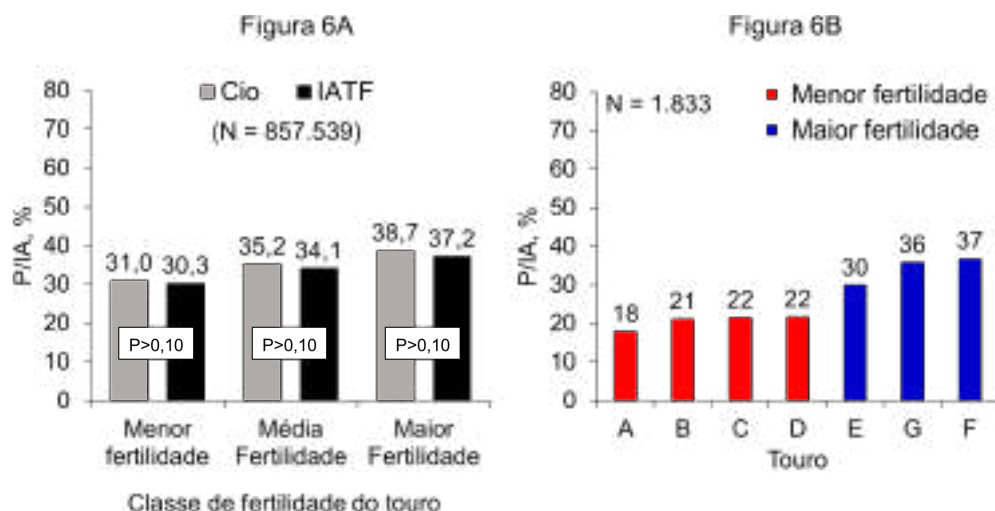


Figura 6. Fertilidade (prenhez por inseminação artificial, P/IA) de vacas leiteiras inseminadas com sêmen de touros classificados com diferentes fertilidades. Figura 6A (adaptado de Batista et al., 2016): compilado de 857.539 registros de IA em cio ou em tempo fixo (IATF) em fazendas dos EUA entre 2008 e 2012, classificando os touros em três classes de fertilidade (menor, média e maior). Figura 6B (dados do LRA/ESALQ 2021): fertilidade de sete touros utilizados em 1.833 inseminações durante 2 anos reprodutivos em uma fazenda comercial no Brasil.

Como este tópico discute o efeito da fertilidade dos touros escolhidos para uso no rebanho, é válido pontuar como o direcionamento do planejamento genético influencia a reprodução. Obviamente, a seleção genética em vacas leiteiras foi muito mais voltada para produção de leite. No entanto, nos últimos 20 anos, vem acontecendo uma mudança em que as fazendas direcionam o planejamento genético do rebanho de forma mais importante para características de saúde e fertilidade.

Para demonstrar o quanto a seleção genética influencia na performance reprodutiva, um estudo avaliou vacas primíparas e múltiparas, dividindo-as em quartis de acordo com a taxa de prenhez das filhas (daughter pregnancy rate, DPR) genômica (Lima et al., 2020). Os autores reportaram P/IA maior no primeiro serviço, porcentagem maior de vacas prenhes ao final da lactação e intervalo entre parto e prenhez menor nas vacas (quartil superior) com melhor DPR comparado às de pior DPR (quartil inferior). Por exemplo, vacas primíparas no melhor quartil de DPR emprenharam 30 dias antes (165 vs. 195 dias) e vacas múltiparas 36 dias mais cedo (140 vs. 176 dias) do que vacas no quartil inferior de DPR (Lima et al., 2020).

Considerações: Intensificar a inclusão de características de saúde e fertilidade no planejamento genético dos rebanhos leiteiros é uma estratégia

que deve ser implementada buscando otimizar os índices reprodutivos. É muito provável sempre haver variação individual na fertilidade de touros (sêmen) dentro de uma fazenda. Portanto, deve-se planejar para evitar maiores prejuízos por conta de touros de menor fertilidade que venham a ser usados. Adquirir sêmen de touros com histórico de fertilidade das centrais de comercialização de sêmen ou mesmo com histórico na fazenda é uma estratégia interessante. Lembrando que, dentro da fazenda, é importante contar com uma avaliação técnica e criteriosa da fertilidade dos touros, levando em consideração aspectos como número de inseminações, categoria animal, inseminador, época do ano, programa de IATF, tipo de inseminação, entre outros. Tudo isso para não “punir ou beneficiar” touros de maneira equivocada. Uma perspectiva futura que se pode ter em mente é o surgimento de ferramentas para prever a fertilidade de touros jovens, sem a necessidade de aguardar pelo resultado de suas inseminações a campo. Tais ferramentas seriam de grande valia, pois diminuiriam o impacto negativo de touros de menor fertilidade, já que nenhuma análise convencional de sêmen prediz fidedignamente a fertilidade dos touros, obviamente, com exceção daqueles que não atendem os padrões mínimos de cinética e patologia.

6. Aumentando a fertilidade por meio dos programas de IATF

Após 26 anos do estabelecimento da IATF, o entendimento da fisiologia reprodutiva da vaca leiteira, dos protocolos de IATF e como incorporá-los ao manejo reprodutivo das propriedades evoluiu significativamente. Atualmente, há programas de IATF que, sabidamente, são capazes de aumentar a taxa de serviço e a fertilidade.

Independentemente da base farmacológica do protocolo de IATF utilizado, os princípios fisiológicos que fundamentam essa estratégia são: sincronizar emergência de onda folicular, controlar a concentração circulante de progesterona (P4) durante o crescimento do folículo ovulatório e próximo à IATF e induzir ovulação sincronizada de um folículo ao final do protocolo, permitindo IATF sem a necessidade de observação de cio. Atualmente, sabe-se que algumas manipulações farmacológicas nos protocolos de IATF aumentam a fertilidade, tais como: iniciar o protocolo com hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) ao invés de benzoato de estradiol (Consentini et al., 2021), utilização de duas aplicações de prostaglandina F_{2α} (PGF; Borchardt et al., 2018) para garantir a luteólise do corpo lúteo (CL) ao final do protocolo, e uso do cipionato de estradiol para induzir ovulação sincronizada ao final do protocolo, devido à conveniência de ser administrado no momento da retirada do implante de P4, promover expressão de cio das vacas e, potencialmente, diminuir a perda gestacional (Consentini et al., 2019).

O objetivo de um manejo reprodutivo otimizado é promover alta TP21d, emprenhando o máximo de vacas no início da lactação, diminuindo o IP e

colocando o maior número de vacas no ciclo da alta fertilidade. O uso da IATF para o primeiro serviço pós-parto é uma estratégia excepcional para garantir que a vaca seja inseminada logo após o período de espera voluntário (PEV), já que independe da condição de ciclicidade das vacas e da necessidade de observação de cio. Além disso, há programas de IATF aprimorados, que incluem uma pré-sincronização para a primeira IATF pós-parto, sem atrasar a inseminação das vacas, e aumentando as taxas de sincronização e a fertilidade. A Figura 7 representa um exemplo de programa de IATF, desenvolvido pelo LRA/ESALQ, e utilizado para a primeira IATF pós-parto, o qual possui as otimizações farmacológicas comentadas anteriormente visando aumentar a fertilidade das vacas. Os resultados demonstram maior fertilidade de vacas submetidas ao programa ESALQ comparado a vacas sincronizadas com protocolos de IATF convencionais iniciados em dias aleatórios do ciclo estral (Figura 7).

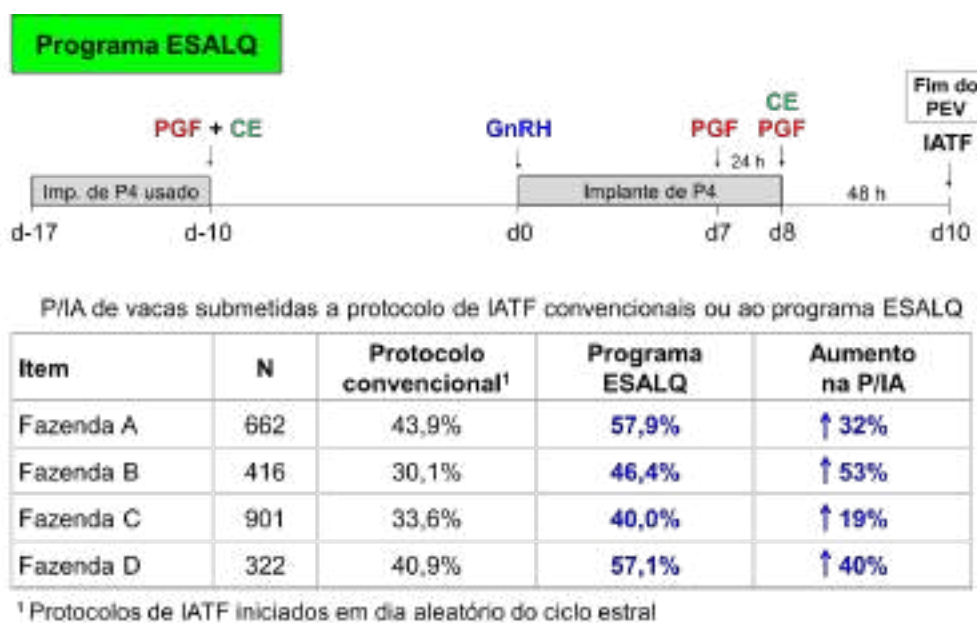


Figura 7. Exemplo de programa de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) para o primeiro serviço pós-parto de vacas leiteiras. PEV: período de espera voluntário, GnRH: hormônio liberador de gonadotrofina, P4: progesterona, PGF: prostaglandina F2 α , CE: Cipionato de estradiol. Resultados de Consentini et al. (2021).

O primeiro serviço pós-parto é o pontapé inicial para maximizar o número de vacas entrando no ciclo da alta fertilidade, e estes resultados demonstram que a implementação de um programa de IATF ajustado é uma excelente estratégia para garantir maior fertilidade nesse momento, como demonstrado pelo exemplo de fazendas atingindo mais de 50% de P/IA no primeiro serviço. Obviamente, nem todas as vacas irão emprenhar após a primeira chance e é importante identificar e re-inseminar rapidamente as vacas que não conceberam. Para isso, a fazenda pode realizar observação do cio de retorno das vacas e diagnóstico de gestação por ultrassonografia por volta dos 30 dias após a inseminação anterior, momento em que as vacas não gestantes (e que não foram detectadas e inseminadas no

cio de retorno) devem ser submetidas a um novo protocolo de IATF. Tal manejo reprodutivo, garante boas taxas de serviço e aumenta o número de vacas emprenhando cedo na lactação.

Considerações: atualmente, existem programas de IATF aprimorados que sabidamente aumentam a fertilidade de vacas leiteiras, além de aumentarem a TS. O uso da IATF para o primeiro serviço pós-parto garante que as vacas emprenhem mais cedo na lactação e a IATF nas re-inseminações (com ou sem observação de cio de retorno) também aumenta a TS e tem o potencial de promover maior fertilidade comparado a vacas inseminadas por detecção de cio.

7. Considerações finais – Importância da visão holística do sistema de produção

O caminho para o sucesso reprodutivo passa, obrigatoriamente, por todos os fatores discutidos neste artigo. Os índices reprodutivos do rebanho refletem de forma direta outros aspectos que impactam a vida produtiva da vaca leiteira. Sendo assim, é impossível garantir boa performance reprodutiva de vacas que não estejam em condições adequadas de saúde, ECC, conforto e ambiência. Portanto, a melhor forma de otimizar os resultados reprodutivos e assegurar maior rentabilidade ao sistema é a implementação de um manejo reprodutivo eficiente, baseado em programas de IATF ajustados, associado à melhoria de todos estes e outros fatores. A eficiência reprodutiva de uma fazenda leiteira depende da capacidade da mesma em lidar com as adversidades e controlar os fatores que afetam negativamente a reprodução, existindo inúmeros exemplos de sucesso de fazendas onde a alta produção leiteira caminha de mãos dadas com o ciclo da alta fertilidade.

Agradecimentos: Os autores agradecem a todos integrantes do Laboratório de Reprodução Animal da ESALQ/USP, que ajudaram na obtenção de dados e condução de experimentos e também às equipes das fazendas São Jorge, Céu Azul, J-IDA, Barreiro, Colorado e Frank`Anna. Além disso, os autores gostariam de agradecer aos órgãos de fomento e auxílio à pesquisa Capes, CNPq e FAPESP (#2018/03798-7).

Referências

Barletta, R. V., M. Maturana Filho, P. D. Carvalho, T. A. Del Valle, A. S. Netto, F. P. Rennó, R. D. Mingoti, J. R. Gandra, G. B. Mourão, P. M. Fricke, R. Sartori, E. H. Madureira, and M. C. Wiltbank. 2017. Association of changes among body condition score during the transition period with NEFA and BHBA concentrations, milk production, fertility, and health of Holstein cows. *Theriogenology*, 104:30–36. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.07.030>

Baruselli, P. S., R. M. Ferreira, L. M. Vieira, A. H. Souza, G. A. Bó, and C. A. Rodrigues. 2020. Use of embryo transfer to alleviate infertility caused by heat stress. *Theriogenology*, 155:1–11. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.04.028>

Batista, E.O.S., L.M. Vieira, M.F. Sá Filho, P.D. Carvalho, H. Rivera, V. Cabrera, M.C. Wiltbank, P.S. Baruselli, and Souza A.H. 2016. Short communication: Field fertility in Holstein bulls: Can type of breeding strategy (artificial insemination following estrus versus timed artificial insemination) alter service sire fertility?. *Theriogenology*, 99:2010–2015. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10021>

Borchardt, S., P. Haimerl, A. Pohl, and Heuwieser. 2017. Evaluation of prostaglandin F2 α versus prostaglandin F2 α plus gonadotropin-releasing hormone as Presynch methods preceding an Ovsynch in lactating dairy cows: A meta-analysis. *Journal of Dairy Science*, 100(5), 4065–4077. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11956>.

Carvalho, M. R., F. Peñagaricano, J. Santos, T. J. DeVries, B. W. McBride, and E. S. Ribeiro. 2019. Long-term effects of postpartum clinical disease on milk production, reproduction, and culling of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 102:11701–11717. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17025>.

Carvalho, P. D., A. H. Souza, M. C. Amundson, K. S. Hackbart, M. J. Fuenzalida, M. M. Herlihy, H. Ayres, A. R. Dresch, L. M. Viera, J. N. Guenther, R. R. Grummer, P. M. Fricke, R. D. Shaver, and M. C. Wiltbank. 2014. Relationships between fertility and postpartum changes in body condition and body weight in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 97:3666–3683. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7809>.

Consentini, C. E. C., M. C. Wiltbank, and R. Sartori. 2021. Factors that optimize reproductive efficiency in dairy herds with an emphasis on timed artificial insemination programs. *Animals*, 11:301–331. <https://doi.org/10.3390/ani11020301>.

Consentini, C. E. C., L. F. Melo, J. C. L. Motta, R. L. O. R. Alves, L. O. Silva, G. Madureira, M. C. Wiltbank, and R. Sartori. 2019) Strategies for induction of ovulation for first fixed-time AI postpartum in lactating dairy cows submitted to a novel presynchronization protocol. *Animal Reproduction*, 16:557. (Abstract).

Consentini, C. E. C., R. D. Mingoti, R. Germano, A. H. Souza, P. S. Baruselli, and R. Sartori. 2018. Impact of rectal temperature, temperature-humidity-index and season of year on pregnancy per AI during a reproductive year of a commercial dairy herd. *Animal Reproduction*, 15:319–319. (Abstract).

Flamenbaum, I., and N.Galon. 2010. Management of heat stress to improve fertility in dairy cows in Israel. *Journal of Reproduction and Development*, 56:36–41. <https://doi.org/10.1262/jrd.1056S36>.

Lima, F.S. F. Silvestre, F. Peñagaricano, and W.W. Thatcher. 2020. Early genomic prediction of daughter pregnancy rate is associated with improved reproductive performance in Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 103:3312–3324. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17488>.

Middleton, E. L., T. Minela, and J. R. Pursley. 2019. The high-fertility cycle: How timely pregnancies in one lactation may lead to less body condition loss, fewer health issues, greater fertility, and reduced early pregnancy losses in the next lactation. *Journal of Dairy Science*, 102:5577–5587. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15828>.

Sartori, R., G. J. Rosa, and M. C. Wiltbank. 2002. Ovarian structures and circulating steroids in heifers and lactating cows in summer and lactating and dry cows in winter. *Journal of Dairy Science*, 85:2813–2822. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74368-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74368-3).

Capítulo 7

Estresse térmico: impactos na fertilidade dos rebanhos leiteiros

Pietro S. Baruselli¹, Carlos Rodrigues² e Roberta M. Ferreira¹

12

O estresse térmico tem pronunciado efeito deletério sobre a fertilidade em rebanhos leiteiros em todo o mundo, especialmente no verão que é quente e úmido encontrado em regiões tropicais e subtropicais. O estresse térmico reduz a ingestão de alimentos e aumenta o balanço energético negativo, induz mudanças na dinâmica folicular ovariana (aumentando a codominância folicular e diminuindo a duração do ciclo estral), reduz as taxas de detecção de estro e altera a função do oviduto e do útero que leva à morte embrionária precoce. Além disso, os oócitos colhidos de vacas em lactação sob estresse térmico durante os meses do verão apresentam menor capacidade de se desenvolver até o estágio de blastocisto após a fertilização *in vitro*, quando comparados com oócitos colhidos durante o inverno. A presente revisão descreve o efeito prejudicial do estresse térmico na competência oocitária, desde os estágios iniciais da foliculogênese até os efeitos residuais na qualidade de oócitos ovulados. Vários estudos confirmaram que um aumento no estresse térmico afetou negativamente a probabilidade de gestação por IA (P/IA). Por outro lado, o uso de biotecnologias como a transferência de embriões (TE) tem sido uma ferramenta eficaz para restabelecer a fertilidade durante os períodos de estresse térmico, pois contorna os danos causados pela hipertermia ao oócito e ao embrião na fase inicial de desenvolvimento. Portanto, uma estratégia de manejo para manter o aumento da fertilidade ao longo do ano seria produzir embriões durante os meses mais frios, quando a qualidade oocitária é maior, e usá-los para TE durante os períodos de estresse térmico, quando a qualidade oocitária reduz significativamente. Além disso, o uso de novilhas e vacas não lactantes como doadoras de oócitos ou embriões ao invés de vacas em lactação pode ajudar a aumentar a produção de embriões durante o período de estresse térmico. Além disso, a aplicação de protocolos de TE em tempo fixo (TETF), que evita a necessidade de detecção de estro em receptoras, facilitou o manejo e melhorou a eficiência dos programas de TE durante o período de estresse térmico.

1. Introdução

O estresse térmico prejudica fortemente a produção (reduzindo o consumo de alimentos, a eficiência de produção de leite ou ganho de peso por unidade de energia alimentar, a taxa de crescimento e a produção de leite; Daramola et al.,

1 Departamento de Reprodução Animal, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

2 Clínica Veterinária SAMVET, São Carlos, SP, Brasil.

2012) e diminui a eficiência reprodutiva do rebanho (André et al., 2011; Hansen, 2009; Roth, 2008; Wolfenson et al., 2000). O estresse térmico é um problema que afeta cerca de 60% da população mundial de gado (Wolfenson et al., 2000), causando graves perdas econômicas na produção pecuária (Daramola et al., 2012), que é estimado em cerca de US \$ 1 bilhão anualmente (St-Pierre et al., 2003). As taxas de prenhez à inseminação artificial (P/AI) diminuem de cerca de 40-60% nos meses mais frios para 10-20% ou menos nos meses do verão, dependendo da gravidade do estresse térmico (Baruselli et al., 2011; Cavestany et al., 1985; Hansen, 2007; Rodrigues et al., 2004). Esse dado provavelmente se deve ao fato dos oócitos e dos embriões que se encontram nos estágios iniciais de desenvolvimento serem altamente sensíveis ao estresse térmico HS (Y.M. Al-Katanani et al., 2002b; Ealy et al., 1993; Ferreira et al., 2010, 2011; M. Gendelman and Roth, 2012a, 2012b; Hansen et al., 2001; Hansen and Aréchiga, 1999; Roth, 2008; Sakatani et al., 2012).

Os impactos negativos do estresse térmico são relatados principalmente para os rebanhos leiteiros, devido ao fato de as vacas que possuem elevada produção de leite apresentam dificuldades na regulação da temperatura corporal durante o estresse térmico (Berman, 2005; Berman et al., 1985; Umphrey et al., 2001), o que agrava os efeitos do estresse térmico na fertilidade (Al-Katanani et al., 1999; Ferreira et al., 2011).

A transferência de embriões (TE) é uma tecnologia reprodutiva amplamente utilizada em todo o mundo para maximizar a multiplicação de animais com elevado mérito genético, acelerando o ganho genético em bovinos (Lohuis, 1995). Neste contexto, foi relatado anteriormente que um programa de TE com 1.024 transferências por ano em 512 fêmeas pode aumentar a taxa de ganho genético em aproximadamente 30% acima da obtida com a utilização da IA convencional usando touros selecionados através de programas oficiais de teste de progênie (Nicholas and Smith, 1983). No entanto, outro uso relevante da TE é potencialmente melhorar a fertilidade em vacas com estresse térmico (Ambrose et al., 1999; Baruselli et al., 2010; Drost et al., 1999; Hansen, 2007; Hansen and Aréchiga, 1999; Putney et al., 1989; Rodrigues et al., 2004, 2007a, 2007b, 2011; Rutledge, 2001) e em vacas repetidoras de estro (Dochi et al., 2008; Rodrigues et al., 2011). Estudos relatam que a TE contorna os problemas associados à falha na fertilização e redução da qualidade do oócito frequentemente verificado em vacas leiteiras em estresse térmico submetidas à inseminação artificial (Ferreira et al., 2016, 2011; Roth, 2018).

Sabe-se que as altas temperaturas ambientais reduzem a taxa de crescimento dos embriões durante o período de desenvolvimento. (Ealy et al., 1993), e que os embriões após três dias da concepção são menos sensíveis ao estresse térmico (Ealy et al., 1993; Hansen and Aréchiga, 1999). Assim, o mecanismo pelo qual a TE aumenta a taxa de prenhez em vacas em estresse térmico é superando período em que os embriões são mais sensíveis à temperatura elevada (ou seja, nos primeiros dois dias após a fertilização; Hansen and Aréchiga, 1999).

O objetivo desta revisão é apresentar informações dos dados mais recentes que demonstram os efeitos do estresse térmico na fertilidade e como a TE pode melhorar a fertilidade em rebanhos leiteiros, contornando os problemas associados à redução da qualidade do oócito, taxas de fertilização e desenvolvimento embrionário inicial.

2. Efeitos do estresse térmico na qualidade do oócito e na fertilidade

A fertilidade reduzida de vacas sob estresse térmico é um problema multifatorial. Durante a estação quente do ano ocorre uma redução na ingestão de matéria seca que pode comprometer o balanço energético da vaca e / ou induzir um desequilíbrio na atividade do eixo hipotálamo-hipofisário-gonada (De Rensis et al., 2017), aumentando as possibilidades de redução da eficiência reprodutiva. Além disso, a hipertermia demonstrou afetar a função celular de vários tecidos do trato reprodutivo feminino. (Hansen et al., 2001; Wolfenson et al., 2000), causando comprometimentos na dinâmica folicular (Badinga et al., 1993), incapacidade do folículo dominante de exercer sua dominância (Wolfenson et al., 1995), codominância folicular (Sartori et al., 2004; Torres-Júnior et al., 2008), duração prolongada da dominância do folículo pré-ovulatório (Wolfenson et al., 1995), redução na capacidade esteroidogênica dos folículos (Wolfenson et al., 1997), aumento do estresse oxidativo no oviduto (Kobayashi et al., 2013; Matsuzuka et al., 2005), redução na taxa de fertilização (Sartori et al., 2002) e redução da competência oocitária para desenvolver até blastocisto (Y.M. Al-Katanani et al., 2002b; Ferreira et al., 2011; Hansen et al., 2001; Rocha et al., 1998; Sartori et al., 2004; Torres-Júnior et al., 2008; Vieira et al., 2014b). Além disso, as alterações induzidas pelo calor nos pequenos folículos antrais podem ser expressas posteriormente com comprometimentos na maturação e capacidade de desenvolvimento do presente no folículo ovulatório (Roth, 2017; Torres-Júnior et al., 2008).

Em um estudo conduzido pelo nosso grupo de pesquisa em condições tropicais, foi demonstrado que o número de óvulos / embriões produzidos após superovulação (SOV), bem como a taxa de fertilização, taxa de embriões transferíveis e taxa de embriões congeláveis foram reduzidos durante a estação mais quente quando comparado com a estação mais fria do ano (Vieira et al., 2014b) Figura 1).

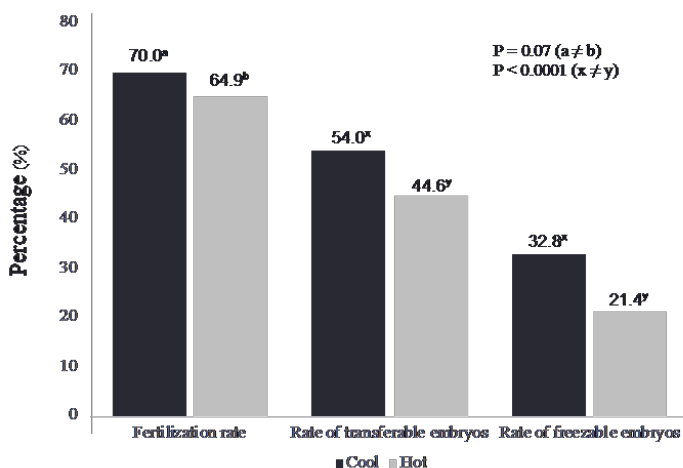


Figura 1. Taxas de fertilização, de embriões transferíveis e de congeláveis produzidos *in vivo* de novilhas e de vacas Holandesas durante a estação de calor e de frio. Dados de 938 superovulações durante os meses mais frios e 624 SOV durante os meses mais quentes do ano. Adaptado de (Vieira et al., 2014b).

Da mesma forma, verificou-se em outros estudos que durante a estação mais quente do ano, os oócitos obtidos de vacas e novilhas Holandesas tinham baixa competência *in vitro* de se desenvolvem em blastocisto em comparação com oócitos obtidos durante a estação mais fria do ano (Ferreira et al., 2011). Nesse mesmo estudo, também foi demonstrado que o estresse térmico prejudicava a qualidade do oócito de maneira diferente de acordo com a categoria da doadora: a taxa de desenvolvimento de blastocistos de vacas repetidoras de serviço diminuiu quase pela metade em comparação com a taxa obtida em vacas não repetidoras de serviço; ou quase um terço em comparação com novilhas mantidas nas mesmas condições (Figura 2).

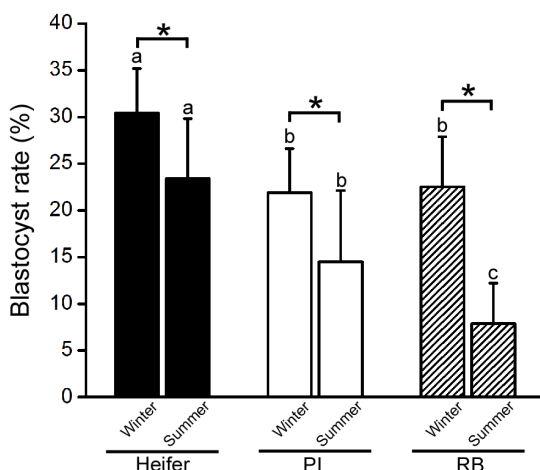


Figura 2. Taxa de blastocisto produzidos *in vitro* sete dias após a fertilização em diferentes categorias de doadoras da raça Holandesa aspiradas durante o período do verão e do inverno [novilhas (n = 150 no verão e 244 no inverno), vacas no pico de lactação (PL; n = 103 no verão e 191 no inverno) e vacas repetidoras de serviço (RB; n = 177 no verão e 413 no inverno)]. Interação época*categoria (P < 0,0001); os valores médios (± SEM) dentro da estação (a ≠ b ≠ c) e dentro do grupo (*) diferem (P < 0,0001). Adaptado de (Ferreira et al., 2011).

Mesmo para o doadoras da raça Gir (*Bos indicus*), uma raça leiteira caracterizada por ser mais bem adaptada às condições tropicais, foi encontrado um efeito deletério do estresse térmico sobre a competência oocitária, causando redução da produção *in vitro* de blastocisto em vacas submetidas a estresse calórico em comparação com as doadoras mantidas em condições não estressantes (Torres-Júnior et al., 2008) (Figura 3). Nesse estudo, as vacas foram colocadas em uma câmara climática a 38,8° C e 80% de umidade relativa sob uma luz fluorescente fria das 6:00 às 18:00 h, seguido por 30,8° C e 80% UR das 18:00 às 6:00 h por 28 dias. Esta exposição por um período de 28 dias de estresse térmico exerceu efeito negativo em longo prazo na função reprodutiva, manifestado pelo aumento da incidência de grandes folículos e codominância folicular e redução da duração do ciclo estral, concentrações de progesterona e capacidade de desenvolvimento do oócito. Além disso, esses autores relataram efeito negativo do estresse térmico na competência do oócito para se desenvolver em blastocisto por pelo menos até 105 dias após a remoção do estresse. O efeito do estresse térmico causando deterioração a longo prazo na qualidade do oócito e o tempo necessário para a recuperação da qualidade oocitária pode depender da duração e da gravidade do estresse térmico ao qual as vacas foram expostas anteriormente (Roth et al., 2001). Outros estudos no hemisfério norte em condições subtropicais também evidenciaram que os oócitos obtidos de vacas Holandesas durante o verão têm menor capacidade de desenvolvimento para blastocisto após fertilização *in vitro* ou *in vivo* em comparação com oócitos obtidos durante o inverno. (Y.M. Al-Katanani et al., 2002b; Hansen et al., 2001; Rivera and Hansen, 2001; Rocha et al., 1998; Sartori et al., 2002).

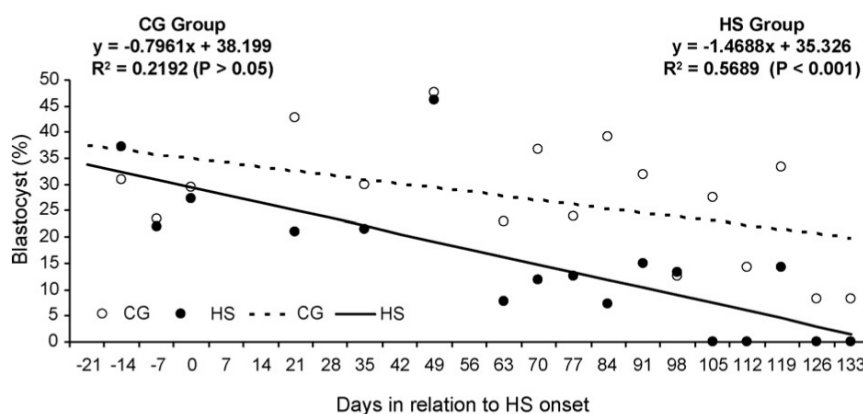


Figura 3. Porcentagem de blastocistos produzidos *in vitro* [grupo controle (CG), círculos abertos e grupo estressados pelo calor (HS), círculos sólidos] e linhas ajustadas da equação de regressão (CG, linhas pontilhadas e HS, linhas sólidas) de vacas da raça Gir (*Bos indicus*) submetidas ao estresse térmico (HS) ou não (CG) (vacas estressadas pelo calor foram mantidas em uma câmara climática por 28 dias; do dia 0 ao dia 28). Adaptado de (Torres-Júnior et al., 2008)

Os mecanismos exatos pelos quais a estresse térmico compromete o oócito ainda não são completamente conhecidos, mas podem envolver alterações tanto no núcleo (Ferreira et al., 2016; Gendelman et al., 2010; Ju and

Tseng, 2004; Payton et al., 2004; Roth, 2015; Roth and Hansen, 2005) quanto no citoplasma (Mirit Gendelman and Roth, 2012; Ispada et al., 2012; Payton et al., 2004; Soto and Smith, 2009). A análise da expressão gênica do oócito é uma ferramenta poderosa para avaliar os transcritos citoplasmáticos que podem influenciar a competência de desenvolvimento. O efeito da estação do ano na viabilidade do oócito foi extensivamente estudado com esta ferramenta (Y.M. Al-Katanani et al., 2002b; Camargo et al., 2007; Ferreira et al., 2016; M. Gendelman and Roth, 2012b, 2012a; Macabelli et al., 2014; Roth, 2008). Muitos desses estudos em gado leiteiro identificaram padrões alterados de expressão gênica em oócitos de doadoras expostas ao estresse térmico que podem estar associados à sua menor competência de desenvolvimento. Em um estudo recente, Ferreira et al. (2016) descobriram que a baixa fertilidade em vacas repetidoras de serviço durante o verão estava associada a um número reduzido de cópias de DNA mitocondrial e aumento de transcritos codificados no núcleo relacionados à transcrição e replicação do mtDNA (e.g., NRF1, POLG, POLG2, PPARGC1A, and TFAM) e apoptose (BAX and ITM2B) nos oócitos. Recentemente, estudos também evidenciaram alterações no funcionamento mitocondrial associadas ao comprometimento da competência de desenvolvimento do oócito em vacas sob estresse térmico (Roth, 2018). Todos esses estudos destacam os efeitos prejudiciais do estresse térmico na qualidade do oócito, indicando a necessidade de estabelecer estratégias de manejo que contornem o efeito negativo na qualidade oocitária para aumentar a eficiência reprodutiva de vacas leiteiras nessas condições.

3. Eficiência da transferência de embriões em fêmeas expostas ao estresse térmico

A transferência de embriões é uma ferramenta eficaz para aumentar a fertilidade durante o período de estresse térmico devido à ausência de danos causados pela hipertermia na qualidade do oócito e na fase inicial de desenvolvimento do embrião (Hansen and Aréchiga, 1999). O uso de TE durante os meses de estresse térmico pode ser suportado por: 1) os principais efeitos deletérios do estresse térmico sobre a fertilidade ocorrem durante a foliculogênese ou nos embriões que se encontram no estágio de clivagem inicial e 2) os embriões adquirem resistência à temperatura elevada no momento em que são transferidos no estágio de mórula ou blastocisto.

Sabe-se que o oócito pode ser danificado por pelo menos 105 dias após a exposição a altas temperaturas (Roth et al., 2001; Torres-Júnior et al., 2008) e permanece sensível ao estresse térmico no dia da ovulação (Putney et al., 1989). O embrião inicial também pode ser danificado pelo estresse térmico, mas logo adquire mecanismos bioquímicos que o protegem de temperaturas elevadas (Hansen, 2013). Assim, no primeiro dia após o estro, o estresse térmico reduz o desenvolvimento embrionário, mas tem efeito menos significativo quando os embriões estão entre os dias três a sete dias de desenvolvimento. (Ealy et al., 1993).

Embriões em estágio de mórula e blastocisto (aproximadamente 7 dias de desenvolvimento) que são normalmente transferidos para receptores são amplamente resistentes a danos por hipertermia materna. Além disso, a transferência de embriões em uma receptora sete dias após o estro diminui os efeitos adversos do estresse térmico na ovulação, uma vez que apenas receptoras com corpo lúteo receberão um embrião.

Um estudo retrospectivo utilizando dados de um grande rebanho comercial no Brasil foi realizado em vacas Holandesas repetidoras de serviço submetidas a TE ou IA após a detecção de estro ao longo do ano (Rodrigues et al., 2007a). Para ambas as categorias, a taxa de concepção após a transferência de embriões (P/TE) foi maior ao longo do ano do que a taxa de concepção após a inseminação artificial (P/IA), entretanto, essas diferenças foram mais pronunciadas nos meses mais quentes do ano (novembro a abril) do que nos meses mais frios do ano (Figura 4).

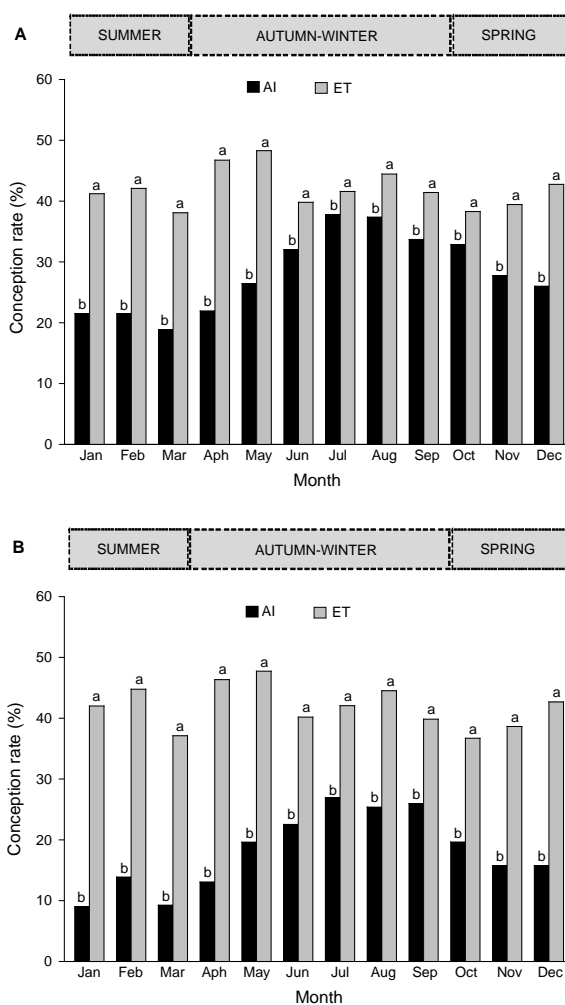


Figura 4. Taxas de concepção (P/IA e P/TE) de vacas Holandesas em lactação submetidas a IA (barras pretas) ou a transferência de embriões (TE; barras cinza) ao longo do ano: (A) vacas não repetidoras de serviço (IA = 18.568 e TE = 4.871) e (B) vacas repetidoras de serviço (≥ 4 serviços; AI = 5.693 e TE = 3.858; adaptado de (Rodrigues et al., 2007a).

Da mesma forma, outras pesquisas também relataram taxas de concepção mais elevadas após TE em comparação com IA (Baruselli et al., 2011; Demetrio et al., 2007; Stewart et al., 2011). Nesse contexto, foi relatado que durante o estresse térmico (primavera / verão), a taxa de concepção geral diminuiu para vacas Holandesas submetidas tanto à IA quanto à TE (efeito da estação; $P = 0,001$). No entanto, quando a TE foi realizada, as taxas de concepção foram sempre superiores em relação ao IA (efeito da biotecnologia; $P = 0,001$), especialmente durante o período de estresse térmico (interação da estação e biotecnologia; $P = 0,003$) (Baruselli et al., 2011). Além disso, a perda de gestação entre 30 e 60 dias foi maior durante o período de estresse térmico do que na estação mais fria do ano ($P = 0,001$), e para TE do que para IA ($P = 0,001$), sem interação entre estação e biotecnologia ($P = 0,55$). No entanto, mesmo com maior perda de gestação, as vacas que receberam embriões tiveram maiores taxas de prenhez após 60 dias do que aquelas inseminadas (Baruselli et al., 2011; Freitas et al., 2010)(Figura 5).

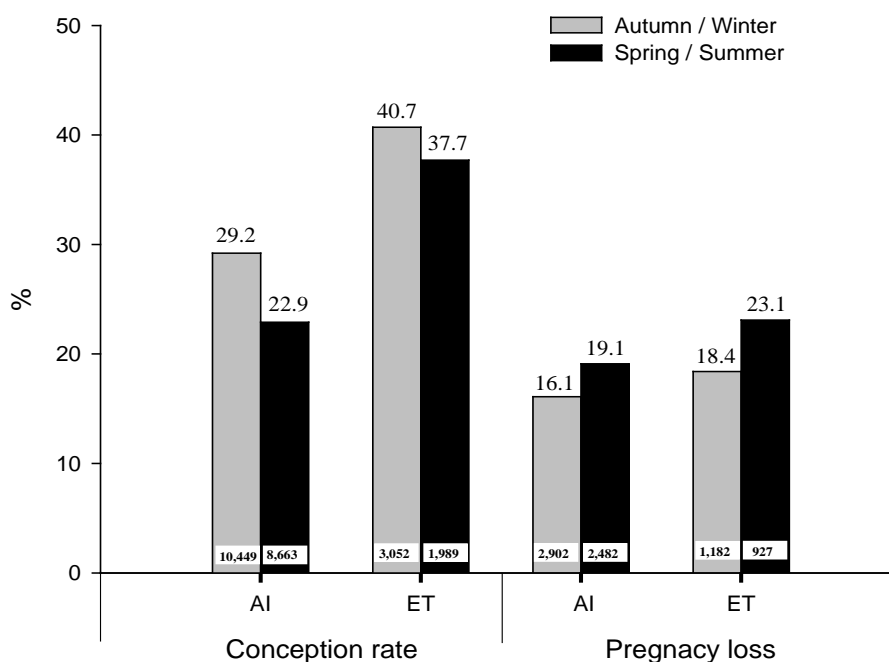


Figura 5. Taxa de concepção (P/AI e P/TE) e perda gestacional (entre 30 e 60 dias) de vacas Holandesas em lactação submetidas à inseminação artificial (IA; $n = 19.112$) ou a transferência de embrião (TE; $n = 5.364$) durante o período quente (cinza bares) ou período frio (barras pretas) do ano. Houve diferenças para a biotecnologia (AI versus TE; $P = 0,001$), estação do ano (quente versus fria; $P = 0,001$) e interação biotecnologia*estação do ano ($P = 0,003$) para as taxas de concepção. A perda de prenhez foi influenciada pela biotecnologia ($P = 0,001$) e estação do ano ($P = 0,001$), mas não houve interação biotecnologia*estação do ano ($P = 0,55$); adaptado de (Baruselli et al., 2011).

Com base nos dados apresentados, análises adicionais foram feitas a fim de avaliar o impacto da TE na fertilidade e no retorno econômico das fazendas de leite (Baruselli et al., 2018). A partir dessa análise, foi demonstrado que as taxas de concepção poderiam ser aumentadas em cerca de oito (meses mais frios) a 20 (meses mais quentes) pontos percentuais com o uso de TE quando comparado

à IA, o que representa aumento de pelo menos 7% na taxa de prenhez a cada 21 dias (assumindo taxas de detecção de estro em 60%). De acordo com o modelo Wisconsin do programa ReproMoney, esse aumento na taxa de prenhez geraria ganhos de US\$ 140,00 por vaca por ano, sem contabilizar os descendentes que serão produzidos com melhor genética. Para vacas repetidoras de serviço, o impacto do TE é ainda mais evidente: a concepção aumentou cerca de 15 a 20 pontos percentuais ou, usando o mesmo raciocínio, 11 pontos percentuais a mais nas taxas de prenhez a cada 21 dias ou US\$ 220,00 dólares por vaca por ano. Considerando a eficiência reprodutiva de um programa de IA ou TE em vacas leiteiras repetidoras de serviço, um modelo de simulação foi criado para ilustrar a provável vantagem da TE em termos de eficiência reprodutiva em relação à IA (Figura 6). Assumindo que a P/AI e P/TE durante o período de estresse térmico foram de 17 e 40%, respectivamente (Rodrigues et al., 2007a, 2004), a taxa de prenhez após 105 dias de programa reprodutivo foi de 34,6% para o programa de IA e 53,1% para vacas submetidas ao programa de TE (aumento de 53,6% na taxa de prenhez). Ainda, foi verificado que vacas submetidas à IA tiveram maiores médias de dias para concepção (59,3 dias) do que vacas expostas exclusivamente ao TE (52,5 dias) após o início do programa reprodutivo (sete dias de ganhos nos dias em aberto).

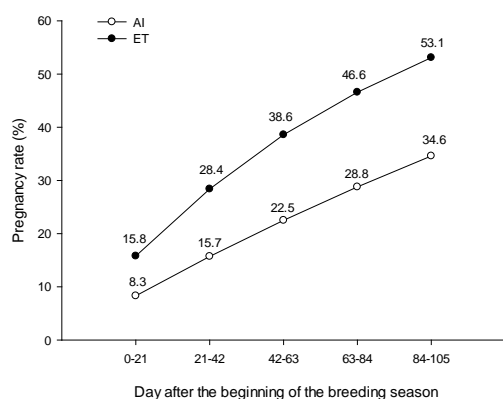


Figura 6. Curva de sobrevivência assumindo 60% de taxa de serviço, 17% de taxa de concepção (P / AI) e 10% de taxa de prenhez a cada 21 dias de vacas repetidoras de serviço e de vacas leiteiras sob estresse térmico durante 105 dias do programa reprodutivo que emprega a IA (perda de gestação de 19% entre 30 e 60 dias). Para o programa de TE, foi assumida a taxa de serviço de 50% (TE apenas em receptoras com CL), taxa de concepção de 40% (P/TE) e taxa de prenhez de 15,3% a cada 21 dias em vacas leiteiras sob estresse térmico durante 105 dias do programa de TE (perda de gestação de 21% entre 30 e 60 dias). Adaptado de (Baruselli et al., 2018).

Assim, a TE pode ser utilizada estrategicamente para diversos fins, como potencializar o ganho genético e melhorar a eficiência reprodutiva de fêmeas bovinas sob estresse térmico e repetidoras de serviço. Sendo assim, uma ferramenta de manejo para manter altas taxas de prenhez ao longo do ano poderia ser produzir embriões de doadoras durante os meses mais frios do ano e usá-los em receptoras durante os períodos de estresse térmico

4. Fatores que afetam a produção de embriões em doadoras de leite

A organização de um programa reprodutivo com o emprego da TE durante os meses de estresse térmico para tentar corrigir a subfertilidade em rebanhos leiteiros exige a produção de um grande número de embriões. Nessa perspectiva, os fatores que interferem no potencial de produção de embriões das doadoras devem ser levados em consideração. Nesse contexto, quatro aspectos principais devem ser destacados: o efeito do estresse térmico na produção de embriões da doadora, a categoria da doadora (novilha, vacas lactantes e não lactantes), a técnica de produção de embriões (*in vivo* ou *in vitro*) e o tipo de sêmen usado para fertilização (convencional ou sexo classificado).

Foi relatado que as condições ambientais são um fator importante que afeta a competência de desenvolvimento do oócito e a produção de embriões em sistemas *in vivo* e *in vitro*. A ocorrência de um perfil sazonal de produção de embriões *in vitro* (IVEP) foi relatada em áreas tropicais (Brasil) e não tropicais (EUA). (Rutledge et al., 1999; Watanabe et al., 2017). No Brasil, nosso grupo realizou uma análise retrospectiva de um grande banco de dados com registros de 1.873 procedimentos de OPU em doadoras leiteiras, incluindo as raças *Bos indicus* (Gir; 1.200 OPU) e *Bos taurus* (Holandês; 673 OPU), durante os anos de 1998 a 2014 (Watanabe et al., 2017). Na ocasião, a produção *in vitro* de embriões mostrou-se fortemente prejudicada pelo estresse térmico, principalmente quando as doadoras eram *Bos taurus* (Holandês; Figura 7).

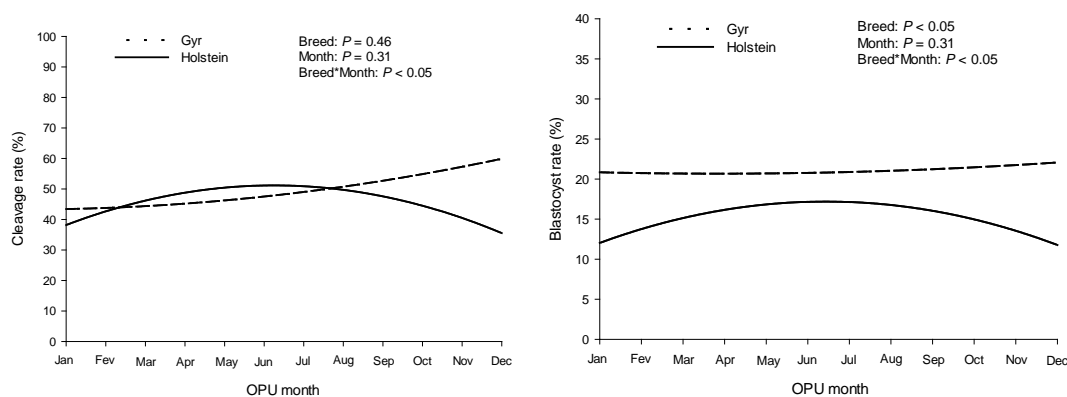


Figura 7. Taxa de clivagem e taxa de blastocisto produzido *in vitro* (%) ao longo do ano de doadoras de leite [Gir (*Bos indicus*); 1.200 OPU e 28.584 oócitos analisados e Holandês (*Bos taurus*); 673 OPU e 13,007 oócitos analisados]. A análise foi feita usando um banco de dados contendo registros de embriões produzidos *in vitro* de doadoras de leite aspiradas (OPU) durante os anos de 1998 a 2014. Interação raça*mês foi observada para taxas de clivagem ($P < 0,05$) e taxa de blastocisto ($P < 0,05$); adaptado de (Watanabe et al., 2017)

Em Madison-WI, foi demonstrado que a produção *in vitro* de blastocistos foi reduzida em meados para o final do verão, precedida por aumento da variabilidade a partir de meados para o final da primavera. Os meses de inverno e outono foram caracterizados por produções estáveis de blastocistos, mostrando um efeito evidente do estresse térmico na produção *in vitro* de embriões, mesmo em áreas

onde o verão é mais ameno. (Rutledge et al., 1999). A produção de embriões in vivo também foi afetada pelo estresse térmico no Brasil, quando novilhas e vacas Holandesas foram submetidas à superovulação (SOV) e a lavagem uterina (Sartori et al., 2002; Vieira et al., 2014b). Os dados coletados de 1.562 procedimentos de superovulação de doadoras da raça Holandesa (SOV) evidenciaram que a taxa de fertilização, a taxa de embriões transferíveis, a taxa de embriões congeláveis e o número de embriões produzidos por lavagem uterina ($4,4 \pm 0,4$ vs $2,8 \pm 0,3$) foi reduzida durante a estação mais quente em comparação com a estação mais fria do ano (Vieira et al., 2014b Figura 1).

Embora o estresse térmico tenha um impacto prejudicial na produção e na qualidade dos embriões produzidos in vivo, seus efeitos negativos foram mais pronunciados em vacas em lactação do que em doadoras de novilhas. Por exemplo, durante a estação quente, o declínio no número de oócitos fertilizados e nas taxas de fertilização, embriões transferíveis e embriões congeláveis foram mais intensos para vacas doadoras em comparação com novilhas (Vieira et al., 2014b) Figura 8.

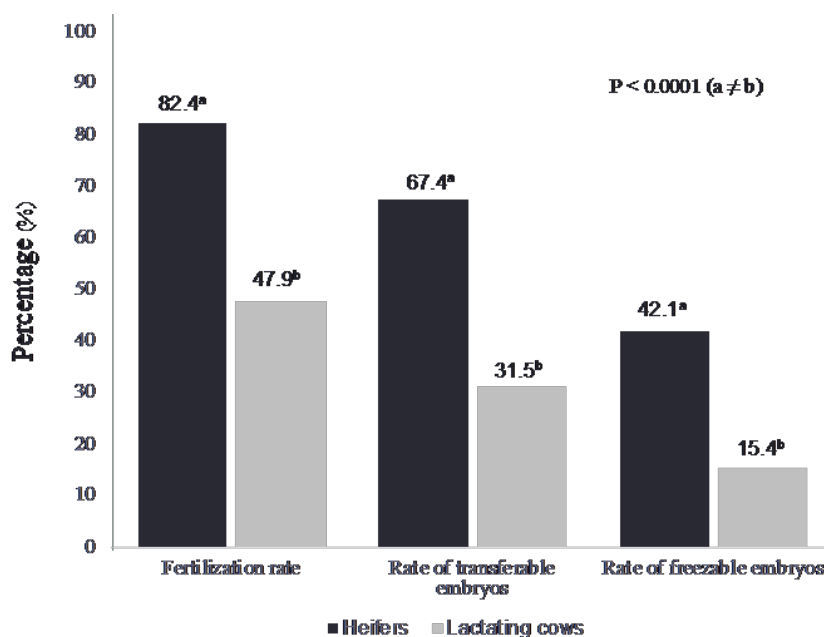


Figura 8. Taxas de fertilização, embriões transferíveis e congeláveis produzidos in vivo a partir de doadoras da raça Holandesa novilhas e vacas em lactação. Dados de 953 procedimentos de superovulação de novilhas e 609 procedimentos de superovulação de vacas em lactação; adaptado de (Vieira et al., 2014b).

Da mesma forma, um estudo anterior realizado durante o verão, relatou queda significativa nas taxas de fertilização in vivo e na qualidade dos embriões recuperados de vacas Holandesas em lactação em comparação com novilhas (Sartori et al., 2002). Além disso, independentemente da estação do ano, as vacas não lactantes produziram maior número de embriões viáveis do que as vacas lactantes. No entanto, uma interação entre estação do ano e a categoria da doadoras foi verificada para a taxa de embriões fertilizados ($P = 0,03$), sendo que

as doadoras em lactação tiveram menos oócitos fertilizados no verão (Chebel et al., 2008). Isso deve ser explicado pela maior ingestão de matéria seca verificada em vacas em lactação em comparação com vacas leiteiras não lactantes, com expressivo aumento do metabolismo do estradiol (Sangsritavong et al., 2002), que é essencial para a fertilização (Mann and Lamming, 2000). Além disso, sabe-se que vacas em lactação geram mais calor corporal e sofrem maior hipertermia quando expostas a ambientes semelhantes em comparação com novilhas em crescimento e vacas não lactantes, o que pode estar relacionado à alta energia metabólica associada à produção de leite (Berman et al., 1985; Ferreira et al., 2011; Sartori et al., 2002). Assim, é plausível sugerir que vacas em lactação tiveram mais dificuldades com a termorregulação, que por sua vez afeta a produção de embriões principalmente por diminuir a qualidade do oócitos e comprometer a fertilização.

O efeito da categoria da doadora na produção *in vitro* de embriões também foi relatado em outros estudos. Vacas não lactantes tiveram maior taxa de blastocisto (41,9%, 106/253 vs. 13,4%, 38/283) e produziram mais embriões transferíveis por sessão de OPU ($3,5 \pm 0,5$ vs. $1,3 \pm 0,3$) do que vacas em lactação (Vieira et al., 2014a; Figura 9). Relatos anteriores também sugerem que a qualidade do embrião é reduzida durante a lactação (Ferreira et al., 2011; Leroy et al., 2005; Peippo et al., 2009; Sales et al., 2008; Sartori et al., 2002).

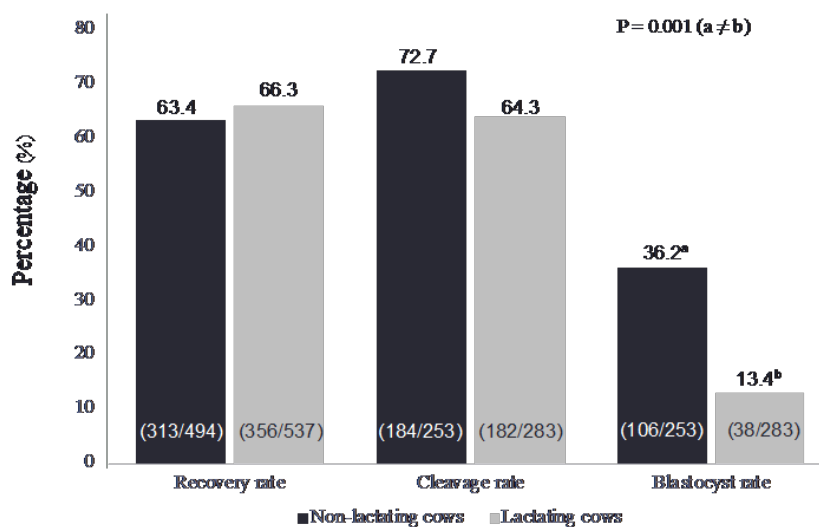


Figura 9. Taxa de recuperação, taxa de clivagem e taxa de blastocisto de oócitos recuperados e de embriões produzidos *in vitro* de vacas Holandesas em lactação e não lactantes. Adaptado de (Vieira et al., 2014a).

Em relação à técnica de produção de embriões, estudos demonstram que a produção *in vitro* de embriões pode ser uma tecnologia viável para aumentar a produção de embriões em um curto período de tempo. Nesse contexto, vacas Holandesas não lactantes foram submetidas a uma superovulação convencional de embriões (produção de embriões *in vivo*) ou quatro OPU seguidos da produção *in vitro* de embriões por vaca durante um período de 60 dias. Durante este período de 60 dias, 18,8 embriões viáveis foram produzidos *in vitro* em comparação com

apenas 4,3 produzidos *in vivo* (Bousquet et al., 1999). Além disso, o número médio de estruturas coletadas por seção e a taxa de clivagem foram superiores para procedimentos *in vitro* quando comparados com os procedimentos *in vivo*. No entanto, as taxas de prenhez 30 dias após o TE foram semelhantes para embriões produzidos *in vitro* e *in vivo* (Bousquet et al., 1999). Esses dados foram reforçados por outros estudos, mas com taxas de produção *in vitro* de embriões mais baixas do que as relatadas anteriormente (Baruselli et al., 2018; Vieira et al., 2014a). Assim, o uso de OPU-IVEP pode ser uma alternativa valiosa para produzir maior número de embriões e gestações em períodos de tempo reduzidos.

O uso de sêmen sexado pode aumentar a produção de um gênero específico de bezerro, o que beneficia significativamente as indústrias de carne e de laticínios em todo o mundo. No entanto, as doadoras submetidas à superovulação e à produção de embriões *in vivo* usando sêmen sexado produziram número menor de embriões do que doadoras usando sêmen convencional (Soares et al., 2011). Por outro lado, esta diferença é menos evidente ao usar IVEP tecnologia de produção *in vitro* de embriões (Rigo et al., 2013). Neste cenário, o uso da produção *in vitro* de embriões parece ser vantajosa para contribuir para a produção de um grande número de embriões usando sêmen sexado.

Assim, a implementação de estratégias para mitigar os efeitos prejudiciais do estresse térmico nos programas de produção de embriões precisa ser implementada para melhorar a produção de embriões *in vivo* e *in vitro*, particularmente quando se utiliza vacas em lactação como doadoras. O uso de OPU-IVEP para maximizar a produção de embriões do sexo desejável durante as estações favoráveis do ano, bem como o uso de vacas e novilhas não lactantes como doadoras podem ser ferramentas importantes a serem consideradas na tomada de decisão do programa reprodutivo.

5. Transferência de embriões em receptoras em lactação

Embora vários estudos tenham mostrado os benefícios do TE para melhorar o ganho genético e a fertilidade, especialmente durante o estresse térmico, o alto custo de manutenção da receptora e a baixa eficiência dos programas tradicionais de sincronização baseados no tratamento com prostaglandina (PG) seguido de detecção do estro em receptoras limitam a aplicação generalizada e sucesso da tecnologia TE (Bó et al., 2002). Além disso, foi mostrado anteriormente que o estresse térmico aumentou a porcentagem de vacas com: 1) redução da duração do ciclo estral (<21 dias); 2) períodos mais longos de atividade não cíclica (P4 <1 ng / mL) (Torres-Júnior et al., 2008); 3) redução na expressão do estro (Nebel et al., 1997) e aumento do percentual de estro não detectado (Thatcher and Collier, 1986), o que pode limitar o uso da detecção de estro para selecionar receptoras adequadas para receber um embrião durante os períodos de estresse térmico. Além disso, vacas receptoras com temperatura corporal mais elevada tiveram menor probabilidade de prenhez e maior probabilidade de perda embrionária (Demetrio et al., 2007; Vasconcelos et al., 2006).

Felizmente, muitos estudos têm demonstrado que é possível manipular a dinâmica folicular e luteínica, eliminando assim a necessidade de detecção de estro em programas de TE, o que é chamado de transferência de embrião em tempo fixo (TETF). (Baruselli et al., 2010; Bó et al., 2002). Nesse contexto, foi realizado um estudo para avaliar a eficiência de um protocolo TETF em comparação com a administração usual de PGF após detecção de estro (Rodrigues et al., 2010). O protocolo de TETF aumentou a proporção de receptoras aptas para receber um embrião (transferida / tratada: 34,5% vs 75,0%; $P < 0,0001$) e melhorou as taxas de prenhez em vacas leiteiras em lactação (16,2% vs 29,3%; $P = 0,001$; Figura 10). Além disso, a presença de um CL no início do protocolo de sincronização de TETF aumentou a proporção de receptoras aptas para TE, mas não teve efeito na taxa de prenhez aos 60 dias, na perda de gestação ou nas concentrações circulantes de P4 no momento da TE. Esses dados suportam que os protocolos TETF para vacas Holandesas em lactação aumentaram o número de receptoras aptas para receberem um embrião e as taxas de prenhez em comparação com os protocolos tradicionais de sincronização baseados no tratamento com PGF seguido de detecção de estro. Além disso, os protocolos TETF reduzem os problemas relacionados à baixa eficiência de detecção de estro que são frequentemente observados durante o estresse térmico (Y.M. Al-Katanani et al., 2002b), permitindo a utilização de vacas sob estresse térmico e com condições de anestro (sem CL no início do protocolo) como receptoras de embriões, simplificando e agregando eficiência ao manejo reprodutivo.

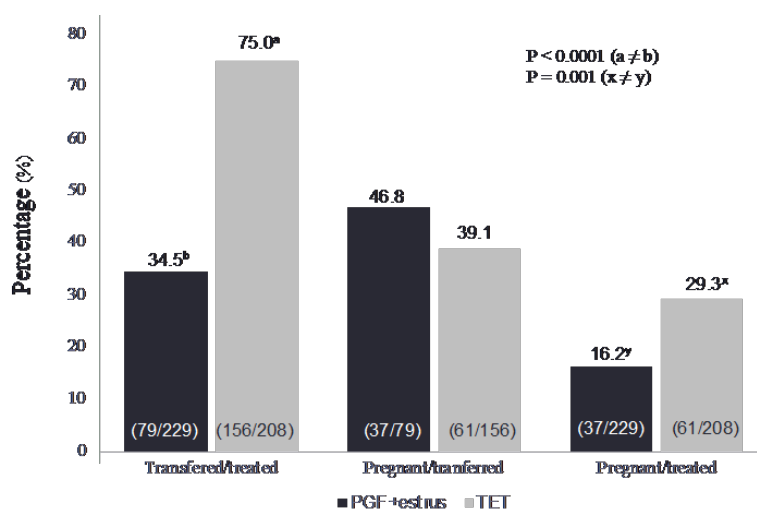


Figura 10. Taxa de transferência/sincronizada (%), taxa de prenhez/transferida (%) e taxa de prenhez/sincronizada (%) 60 dias após a transferência de embriões em vacas Holandesas em lactação. As vacas receberam um embrião 7 dias após a detecção do estro induzido pelo tratamento com prostaglandina (PGF + estro) ou no dia 17 após um protocolo de sincronização de transferência de embrião em tempo fixo (TETF). Adaptado de (Rodrigues et al., 2010).

Surpreendentemente, apesar da redução na produção de embriões de doadoras durante o estresse térmico, a estação do ano em que os embriões foram produzidos não pareceu ter efeitos importantes na sobrevivência do embrião após a transferência para receptoras (Vieira et al., 2014b). Esses resultados estão de acordo com relatos que observaram maior impacto do estresse térmico

no desenvolvimento embrionário inicial. Portanto, parece que os embriões que foram capazes de suportar o estresse térmico e contornar o estágio crítico inicial de desenvolvimento (primeiros dias após a fertilização) foram capazes de manter a gestação em taxas semelhantes aos embriões produzidos nos meses mais frios do ano. No entanto, os possíveis efeitos das mudanças na expressão gênica de embriões produzidos sob condições de estresse térmico na saúde e o desempenho da futura prole permanece ainda indeterminado.

A produção de leite da receptora e a transferência de embriões frescos ou descongelados também parecem influenciar as taxas de prenhez das receptoras. Foi relatado que vacas receptoras em lactação produzindo mais leite tiveram menores taxas de prenhez após a TETF do que vacas produzindo menos leite (Y.M. Al-Katanani et al., 2002a). Da mesma forma, em um estudo subsequente, vacas com maior produção de leite tiveram menor probabilidade de prenhez após a TETF e maior probabilidade de perda embrionária. Além disso, vacas com mais dias de leite tiveram maior probabilidade de prenhez pós a TE (Vasconcelos et al., 2006). O fato de que a alta produção de leite parece reduzir a fertilidade das receptoras de embrião sugere que alguns dos efeitos da produção de leite sobre a fertilidade podem ocorrer após os embriões atingirem o estágio de blastocisto (Y.M. Al-Katanani et al., 2002a). No entanto, em estudos realizados mais recentemente a influência da produção de leite na taxa de prenhez após o TE não foi observada (Chebel et al., 2008; Demetrio et al., 2007). Em um deles, um aumento na produção de leite afetou negativamente a probabilidade de concepção após IA, mas não após TE. Em conjunto, esses dados são sugestivos de que a produção de leite pode afetar a fertilidade após os embriões atingirem o estágio de blastocisto (taxa de prenhez das receptoras), no entanto, seu impacto negativo é mais pronunciado antes do dia 7, durante o desenvolvimento folicular, fertilização e desenvolvimento inicial do embrião (Demetrio et al., 2007).

Em um estudo anterior, vacas em lactação que receberam embriões produzidos *in vitro* e vitrificados tiveram P/TE mais baixo do que aquelas que receberam embriões *in vitro* e frescos, especialmente no verão. Em receptoras novilhas, a P/TE foi correlacionada com a qualidade do embrião, estação do ano e se os embriões eram frescos ou congelados / descongelados (Chebel et al., 2008). Maior P/TE em vacas em lactação que receberam embriões produzidos *in vitro* frescos do que embriões produzidos *in vitro* vitrificados também foi relatado por outros autores (Y.M. Al-Katanani et al., 2002a; Block et al., 2010; Stewart et al., 2011). A menor P/TE em novilhas recebendo embriões descongelados em comparação com embriões frescos também foi consistente com outros estudos (Hasler, 2001; Spell et al., 2001).

Uma comparação da eficiência reprodutiva de vacas Holandesas em lactação submetidas a IA e a TE de um embrião derivado *in vivo* ou *in vitro* de 1998 a 2018 é demonstrada na Figura 11 (dados não publicados). As informações são resultado da análise de um grande banco de dados de uma fazenda comercial de laticínios no Brasil (Agrindus SA) localizada no estado de São Paulo. Todos as TE

foram realizadas pelo mesmo veterinário, retirando o efeito de técnico na análise. Os dados reforçam que a TE pode ser uma alternativa para melhorar a eficiência reprodutiva de vacas Holandesas em lactação. Além disso, vale ressaltar que a produção *in vitro* de embriões, que foi introduzida na fazenda em 2011, aumentou a P/TE a partir de 2014 e substituiu totalmente a produção de embriões *in vivo* em 2019. É importante ressaltar que as receptoras usadas para TE nesta fazenda são principalmente vacas em lactação mantidas durante o período de estresse térmico e vacas repetidoras de serviço (≥ 4 serviços).

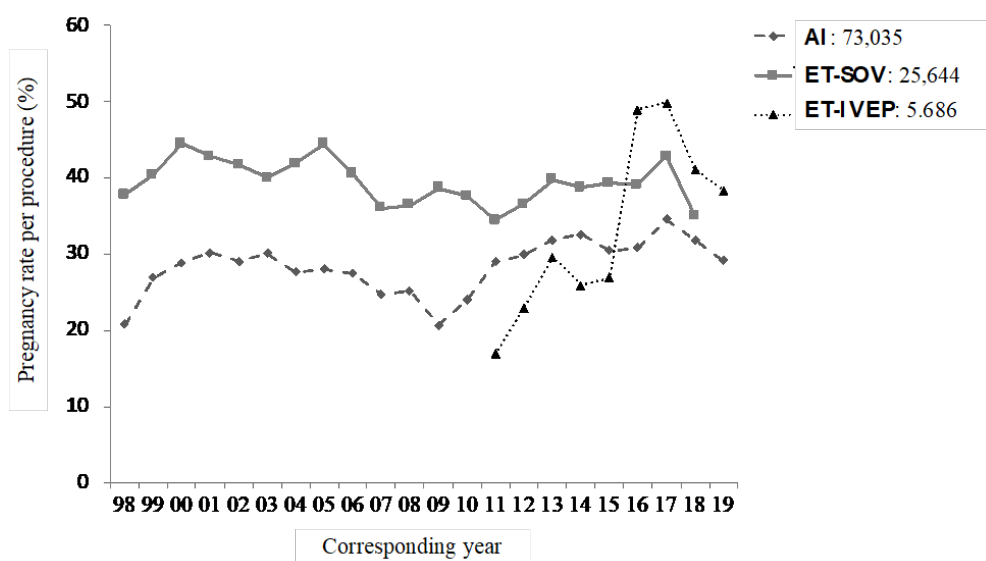


Figura 11. Comparação das taxas de concepção por biotecnologia: inseminação artificial (IA) e transferência de embriões (TE). Os embriões foram produzidos *in vivo* (ET-SOV) e *in vitro* (ET-IVEP) durante os anos de 1998 a 2019 em uma fazenda comercial de leite (Agrindus SA), Estado de São Paulo - Brasil. (Adaptado de Rodrigues et al., 2020, dados não publicados).

6. Conclusão

Em conclusão, embora a técnica de TE seja usada principalmente para reproduzir animais de alto mérito genético, esta biotecnologia pode ser usada também para superar problemas reprodutivos encontrados durante o período de estresse térmico, principalmente em vacas leiteiras em lactação.

Agradecimentos: Os autores agradecem o apoio da FAPESP (Processos 2009 / 00938-3 e 2012 / 07510-1), CNPq (Processos 486089 / 2013-14 e 152030 / 2016-6) e CAPES do Brasil. Os autores também agradecem a SAMVET Embriões (Carlos Alberto Rodrigues), Agrindus Agropecuária (Roberto Jank e família) pela grande colaboração com a Universidade de São Paulo durante mais de 20 anos.

Referências

- Al-Katanani, Y.M., Drost, M., Monson, R.L., Rutledge, J.J., Krininger, C.E., Block, J., Thatcher, W.W., Hansen, P.J., 2002a. Pregnancy rates following timed embryo transfer with fresh or vitrified *in vitro* produced embryos in lactating dairy cows under heat stress conditions. *Theriogenology* 58, 171–182. doi:10.1016/S0093-691X(02)00916-0
- Al-Katanani, Y.M., Paula-Lopes, F.F., Hansen, P.J., 2002b. Effect of season and exposure to heat stress on oocyte competence in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 85, 390–6.
- Al-Katanani, Y.M., Webb, D.W., Hansen, P.J., 1999. Factors affecting seasonal variation in 90-day nonreturn rate to first service in lactating Holstein cows in a hot climate. *J. Dairy Sci.* 82, 2611–2616. doi:10.3168/jds.S0022-0302(99)75516-5
- Ambrose, J.D., Drost, M., Monson, R.L., Rutledge, J.J., Leibfried-Rutledge, M.L., Thatcher, M.J., Kassa, T., Binelli, M., Hansen, P.J., Chenoweth, P.J., Thatcher, W.W., 1999. Efficacy of timed embryo transfer with fresh and frozen *in vitro* produced embryos to increase pregnancy rates in heat-stressed dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 82, 2369–76. doi:10.3168/jds.S0022-0302(99)75487-1
- André, G., Engel, B., Berentsen, P.B.M., Vellinga, T. V., Oude Lansink, A.G.J.M., 2011. Quantifying the effect of heat stress on daily milk yield and monitoring dynamic changes using an adaptive dynamic model. *J. Dairy Sci.* 94, 4502–4513. doi:10.3168/jds.2010-4139
- Badinga, L., Thatcher, W.W., Diaz, T., Drost, M., Wolfenson, D., 1993. Effect of environmental heat stress on follicular development and steroidogenesis in lactating Holstein cows. *Theriogenology*. doi:10.1016/0093-691X(93)90419-6
- Baruselli, P.S., Ferreira, R.M., Sá Filho, M.F., Nasser, L.F.T., Rodrigues, C. a, Bó, G. a, 2010. Bovine embryo transfer recipient synchronisation and management in tropical environments. *Reprod. Fertil. Dev.* 22, 67–74. doi:10.1071/RD09214
- Baruselli, P.S., Ferreira, R.M., Sales, J.N.S., Gimenes, L.U., Sá Filho, M.F., Martins, C.M., Rodrigues, C.A., Bó, G.A., 2011. Timed embryo transfer programs for management of donor and recipient cattle. *Theriogenology* 76, 1583–93. doi:10.1016/j.theriogenology.2011.06.006
- Baruselli, P.S., Souza, A.H., Sá Filho, M.F., Marques, M.O., Sales, J.N.S., 2018. Genetic market in cattle (Bull, AI, FTAI, MOET and IVP): financial payback based on reproductive efficiency in beef and dairy herds in Brazil. *Anim. Reprod.* 15, 247–255.
- Berman, A., 2005. Estimates of heat stress relief needs for Holstein dairy cows. *J. Anim. Sci.* doi:10.2527/2005.8361377x
- Berman, A., Folman, Y., Kaim, M., Mamen, M., Herz, Z., Wolfenson, D., Arieli, A., Graber, Y., 1985. Upper Critical Temperatures and Forced Ventilation Effects for High-Yielding Dairy Cows in a Subtropical Climate. *J. Dairy Sci.* doi:10.3168/jds.S0022-0302(85)80987-5
- Block, J., Bonilla, L., Hansen, P.J., 2010. Efficacy of *in vitro* embryo transfer in lactating dairy cows using fresh or vitrified embryos produced in a novel embryo culture medium. *J. Dairy Sci.* 93, 5234–5242. doi:10.3168/jds.2010-3443
- Bó, G.A., Baruselli, P.S., Moreno, D., Cutaia, L., Caccia, M., Tríbulo, R., Tríbulo, H., Mapletoft, R.J., 2002. The control of follicular wave development for self-appointed embryo transfer programs in cattle. *Theriogenology* 57, 53–72. doi:10.1016/S0093-691X(01)00657-4

Bousquet, D., Twagiramungu, H., Morin, N., Brisson, C., Carboneau, G., Durocher, J., 1999. *In vitro* embryo production in the cow: An effective alternative to the conventional embryo production approach, in: *Theriogenology*. pp. 59–70. doi:10.1016/S0093-691X(98)00231-3

Camargo, L.S.A., Viana, J.H.M., Ramos, A.A., Serapião, R. V., de Sa, W.F., Ferreira, A.M., Guimarães, M.F.M., do Vale Filho, V.R., 2007. Developmental competence and expression of the Hsp 70.1 gene in oocytes obtained from *Bos indicus* and *Bos taurus* dairy cows in a tropical environment. *Theriogenology*. doi:10.1016/j.theriogenology.2007.03.029

Cavestany, D., El-Wishy, A.B., Foote, R.H., 1985. Effect of Season and High Environmental Temperature on Fertility of Holstein Cattle. *J. Dairy Sci.* 68, 1471–1478. doi:10.3168/jds.S0022-0302(85)80985-1

Chebel, R.C., Demétrio, D.G.B., Metzger, J., 2008. Factors affecting success of embryo collection and transfer in large dairy herds. *Theriogenology* 69, 98–106. doi:10.1016/j.theriogenology.2007.09.008

Daramola, J.O., Abioja, M.O., Onagbesan, O.M., 2012. Heat Stress Impact on Livestock Production. *Environ. Stress Amelior. Livest. Prod.* 53–73. doi:10.1007/978-3-642-29205-7_3

De Rensis, F., Lopez-Gatius, F., García-Ispuerto, I., Morini, G., Scaramuzzi, R.J., 2017. Causes of declining fertility in dairy cows during the warm season. *Theriogenology*. doi:10.1016/j.theriogenology.2016.12.024

Demetrio, D.G.B., Santos, R.M., Demetrio, C.G.B., Vasconcelos, J.L.M., 2007. Factors affecting conception rates following artificial insemination or embryo transfer in lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 90, 5073–5082. doi:10.3168/jds.2007-0223

Dochi, O., Takahashi, K., Hirai, T., Hayakawa, H., Tanisawa, M., Yamamoto, Y., Koyama, H., 2008. The use of embryo transfer to produce pregnancies in repeat-breeding dairy cattle. *Theriogenology* 69, 124–128. doi:10.1016/j.theriogenology.2007.09.001

Drost, M., Ambrose, J.D., Thatcher, M.J., Cantrell, C.K., Wolfsdorf, K.E., Hasler, J.F., Thatcher, W.W., 1999. Conception rates after artificial insemination or embryo transfer in lactating dairy cows during summer in Florida. *Theriogenology* 52, 1161–1167. doi:10.1016/S0093-691X(99)00208-3

Ealy, A.D., Drost, M., Hansen, P.J., 1993. Developmental Changes in Embryonic Resistance to Adverse Effects of Maternal Heat Stress in Cows. *J. Dairy Sci.* 76, 2899–2905. doi:10.3168/jds.S0022-0302(93)77629-8

Ferreira, R.M., Ayres, H., Chiaratti, M.R., Ferraz, M.L., Araújo, A.B., Rodrigues, C.A., Watanabe, Y.F., Vireque, a a, Joaquim, D.C., Smith, L.C., Meirelles, F. V, Baruselli, P.S., 2011. The low fertility of repeat-breeder cows during summer heat stress is related to a low oocyte competence to develop into blastocysts. *J. Dairy Sci.* 94, 2383–92. doi:10.3168/jds.2010-3904

Ferreira, R.M., Ayres, H., Chiaratti, M.R., Rodrigues, C.A., Freitas, B.G., Meirelles, F. V, S, B.P., 2010. Heat stress and embryo production in high-producing dairy cows, in: *Acta Scientiae Veterinariae*. pp. s277–s315.

Ferreira, R.M., Chiaratti, M.R., Macabelli, C.H., Rodrigues, C.A., Ferraz, M.L., Watanabe, Y.F., Smith, L.C., Meirelles, F.V., Baruselli, P.S., 2016. The infertility of repeat-breeder cows during summer is associated with decreased mitochondrial dna and increased expression of mitochondrial and apoptotic genes in oocytes. *Biol. Reprod.* 94, 1–10. doi:10.1095/biolreprod.115.133017

Freitas, B.G., Sales, J.N.S., Teixeira, A.A., Ferreira, R.M., Ayres, H., Ranieri, A.L., Rodrigues, C.A., Baruselli, P.S., 2010. Embryonic loss (between 30 and 60 days) followed to artificial insemination or embryo transfer in high production Friesian dairy cattle. *Acta Sci. Vet.* 38, s675–s821.

Gendelman, M., Aroyo, A., Yavin, S., Roth, Z., 2010. Seasonal effects on gene expression, cleavage timing, and developmental competence of bovine preimplantation embryos. *Reproduction*. doi:10.1530/REP-10-0055

Gendelman, M., Roth, Z., 2012a. Seasonal effect on germinal vesicle-stage bovine oocytes is further expressed by alterations in transcript levels in the developing embryos associated with reduced developmental competence. *Biol. Reprod.* 86, 1–9. doi:10.1095/biolreprod.111.092882

Gendelman, M., Roth, Z., 2012b. In vivo vs. *in vitro* models for studying the effects of elevated temperature on the GV-stage oocyte, subsequent developmental competence and gene expression. *Anim. Reprod. Sci.* 134, 125–134. doi:10.1016/j.anireprosci.2012.07.009

Gendelman, Mirit, Roth, Z., 2012. Incorporation of Coenzyme Q10 into Bovine Oocytes Improves Mitochondrial Features and Alleviates the Effects of Summer Thermal Stress on Developmental Competence. *Biol. Reprod.* doi:10.1095/biolreprod.112.101881

Hansen, P., 2013. Cellular and molecular basis of therapies to ameliorate effects of heat stress on embryonic development in cattle. *Anim. Reprod.* 10, 322–333.

Hansen, P.J., 2009. Effects of heat stress on mammalian reproduction. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* doi:10.1098/rstb.2009.0131

Hansen, P.J., 2007. Exploitation of genetic and physiological determinants of embryonic resistance to elevated temperature to improve embryonic survival in dairy cattle during heat stress. *Theriogenology* 68, S242-9. doi:10.1016/j.theriogenology.2007.04.008

Hansen, P.J., Aréchiga, C.F., 1999. Strategies for managing reproduction in the heat-stressed dairy cow. *J. Anim. Sci.* 77 Suppl 2, 36–50. doi:10.2527/1997.77suppl_236x

Hansen, P.J., Drost, M., Rivera, R.M., Paula-Lopes, F.F., Al-Katanani, Y.M., Krininger, C.E., Chase, C.C., 2001. Adverse impact of heat stress on embryo production: Causes and strategies for mitigation. *Theriogenology* 55, 91–103. doi:10.1016/S0093-691X(00)00448-9

Hasler, J.F., 2001. Factors affecting frozen and fresh embryo transfer pregnancy rates in cattle. *Theriogenology*. doi:10.1016/S0093-691X(01)00643-4

Ispada, J., Lima, R.S., Risolia, P.H.B., Assumpção, M.E.O.A., Visintin, J.A., Paula-Lopes, F.F., 2012. 193 INSULIN-LIKE GROWTH FACTOR-1 EXERTS A THERMOPROTECTIVE ROLE ON MITOCHONDRIAL FUNCTION OF BOVINE OOCYTES EXPOSED TO HEAT SHOCK. *Reprod. Fertil. Dev.* doi:10.1071/rdv24n1ab193

Ju, J.C., Tseng, J.K., 2004. Nuclear and Cytoskeletal Alterations of *In vitro* Matured Porcine Oocytes under Hyperthermia. *Mol. Reprod. Dev.* doi:10.1002/mrd.20054

Kobayashi, Y., Wakamiya, K., Kohka, M., Yamamoto, Y., Okuda, K., 2013. Summer heat stress affects prostaglandin synthesis in the bovine oviduct. *Reproduction* 146, 103–110. doi:10.1530/REP-12-0479

Leroy, J.L.M.R., Opsomer, G., De Vliegheer, S., Vanholder, T., Goossens, L., Geldhof, A., Bols, P.E.J., De Kruif, A., Van Soom, A., 2005. Comparison of embryo quality in high-yielding dairy cows, in dairy heifers and in beef cows. *Theriogenology*. doi:10.1016/j.theriogenology.2005.05.003

Lohuis, M.M., 1995. Potential benefits of bovine embryo-manipulation technologies to genetic improvement programs. *Theriogenology* 43, 51–60.

Macabelli, C.H., Ferreira, R.M., Gimenes, L.U., De Carvalho, N.A.T., Soares, J.G., Ayres, H., Ferraz, M.L., Watanabe, Y.F., Watanabe, O.Y., Sangalli, J.R., Smith, L.C., Baruselli, P.S., Meirelles, F.V., Chiaratti, M.R., 2014. Reference gene selection for gene expression analysis of oocytes collected from dairy cattle and buffaloes during winter and summer. *PLoS One* 9.

Mann, G.E., Lamming, G.E., 2000. The role of sub-optimal preovulatory oestradiol secretion in the aetiology of premature luteolysis during the short oestrous cycle in the cow 64, 171–180.

Matsuzuka, T., Ozawa, M., Nakamura, A., Ushitani, A., Hirabayashi, M., Kanai, Y., 2005. Effects of heat stress on the redox status in the oviduct and early embryonic development in mice. *J. Reprod. Dev.* 51, 281–287.

Nebel, R.L., Jobst, S.M., Dransfield, M.B.G., Pandolfi, S.M., Bailey, T.L., 1997. Use of radio frequency data communication system HeatWatch to describe behavioral estrus in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 80, 179 (abstract).

Nicholas, F.W., Smith, C., 1983. Increased rates of genetic change in dairy cattle by embryo transfer and splitting. *Anim. Prod.* doi:10.1017/S0003356100010382

Payton, R.R., Romar, R., Coy, P., Saxton, A.M., Lawrence, J.L., Edwards, J.L., 2004. Susceptibility of Bovine Germinal Vesicle-Stage Oocytes from Antral Follicles to Direct Effects of Heat Stress *In vitro*. *Biol. Reprod.* doi:10.1095/biolreprod.104.029892

Peippo, J., Vartia, K., Kananen-Anttila, K., Rätty, M., Korhonen, K., Hurme, T., Myllymäki, H., Sairanen, A., Mäki-Tanila, A., 2009. Embryo production from superovulated Holstein-Friesian dairy heifers and cows after insemination with frozen-thawed sex-sorted X spermatozoa or unsorted semen. *Anim. Reprod. Sci.* doi:10.1016/j.anireprosci.2008.02.002

Putney, D.J., Drost, M., Thatcher, W.W., 1989. Influence of summer heat stress on pregnancy rates of lactating dairy cattle following embryo transfer or artificial insemination. *Theriogenology* 31, 765–778. doi:10.1016/0093-691X(89)90022-8

Rigo, A.G., Pontes, J.H.F., Sanches, B.V., Basso, A.C., Medanha, M.F., Vieira, L.M., Sá Filho, M.F., Baruselli, P.S., 2013. Effect of bull in *in vitro* embryo production of Holstein cows with sexed or conventional semen., in: *Animal Reproduction*. p. 496 (abstract).

Rivera, R.M., Hansen, P.J., 2001. Development of cultured bovine embryos after exposure to high temperature in the physiological range. *Reproduction*. doi:10.1530/rep.0.1210107

Rocha, A., Randel, R.D., Broussard, J.R., Lim, J.M., Blair, R.M., Roussel, J.D., Godke, R.A., Hansel, W., 1998. High environmental temperature and humidity decrease oocyte quality in *Bos taurus* but not in *Bos indicus* cows. *Theriogenology* 49, 657–65.

Rodrigues, C.A., Ayres, H., Ferreira, R.M., Teixeira, A., Mancilha, R.F., Oliveira, M.E.F., Souza, A.H., Baruselli, P.S., 2007a. Comparison of pregnancy rates after artificial insemination or embryo transfer in high producing repeat breeder Holstein cows. Annual meeting brazilian embryo technology society. *Acta Sci. Vet.* 35, 1255 (abstract).

Rodrigues, C.A., Ayres, H., Ferreira, R.M., Teixeira, A.A., Mancilha, R.F., Oliveira, M.E.F., Souza, A.H., Baruselli, P.S., 2007b. Conception rate after artificial insemination and embryo transfer in high producing holstein cows., in: *Acta Scientiae Veterinariae*. p. 1254 (abstract).

Rodrigues, C.A., Ayres, H., Nichi, M., Bó, G.A., Baruselli, P.S., 2004. Artificial insemination and embryo transfer pregnancy rates in high production Holstein breeding under tropical conditions. *Int. Congr. Anim. Reprod.* 14, 396 (abstract).

Rodrigues, C.A., Ferreira, R.M., Vieira, L.M., Ranieri, A.L., Silva, P.R.L., Baruselli, P.S., 2011. How FTAI and FTET impact reproductive efficiency of Brazilian dairy herds. *Acta Sci. Vet.* 39, s3–s13.

Rodrigues, C.A., Teixeira, A.A., Ferreira, R.M., Ayres, H., Mancilha, R.F., Souza, A.H., Baruselli, P.S., 2010. Effect of fixed-time embryo transfer on reproductive efficiency in high-producing repeat-breeder Holstein cows. *Anim. Reprod. Sci.* 118, 110–117. doi:10.1016/j.anireprosci.2009.06.020

Roth, Z., 2018. Symposium review: Reduction in oocyte developmental competence by stress is associated with alterations in mitochondrial function1. *J. Dairy Sci.* 101, 3642–3654. doi:10.3168/jds.2017-13389

Roth, Z., 2017. Effect of Heat Stress on Reproduction in Dairy Cows: Insights into the Cellular and Molecular Responses of the Oocyte. *Annu. Rev. Anim. Biosci.* 5, 151–170. doi:10.1146/annurev-animal-022516-022849

Roth, Z., 2015. Physiology and endocrinology symposium: Cellular and molecular mechanisms of heat stress related to bovine ovarian function. *J. Anim. Sci.* doi:10.2527/jas.2014-8625

Roth, Z., 2008. Heat Stress, the Follicle, and Its Enclosed Oocyte: Mechanisms and Potential Strategies to Improve Fertility in Dairy Cows. *Reprod. Domest. Anim.* 43, 238–244. doi:10.1111/j.1439-0531.2008.01168.x

Roth, Z., Arav, A., Bor, A., Zeron, Y., Braw-Tal, R., Wolfenson, D., 2001. Improvement of quality of oocytes collected in the autumn by enhanced removal of impaired follicles from previously heat-stressed cows. *Reproduction* 122, 737–744. doi:10.1530/rep.0.1220737

Roth, Z., Hansen, P.J., 2005. Disruption of nuclear maturation and rearrangement of cytoskeletal elements in bovine oocytes exposed to heat shock during maturation. *Reproduction*. doi:10.1530/rep.1.00394

Rutledge, J., Monson, R., Northey, D., Leibfried-Rutledge, M., 1999. Seasonality of cattle embryo production in a temperate region. *Theriogenology*. doi:10.1016/S0093-691X(99)91889-7

Rutledge, J.J., 2001. Use of embryo transfer and IVF to bypass effects of heat stress, in: *Theriogenology*. doi:10.1016/S0093-691X(00)00449-0

Sakatani, M., Alvarez, N. V., Takahashi, M., Hansen, P.J., 2012. Consequences of physiological heat shock beginning at the zygote stage on embryonic development and expression of stress response genes in cattle. *J. Dairy Sci.* 95, 3080–3091. doi:10.3168/jds.2011-4986

Sales, J.N.S., Dias, L.M.K., Viveiros, A.T.M., Pereira, M.N., Souza, J.C., 2008. Embryo production and quality of Holstein heifers and cows supplemented with β -carotene and tocopherol. *Anim. Reprod. Sci.* 106, 77–89. doi:10.1016/j.anireprosci.2007.04.001

Sangsritavong, S., Combs, D.K., Sartori, R., Armentano, L.E., Wiltbank, M.C., 2002. High feed intake increases liver blood flow and metabolism of progesterone and estradiol-17 β in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* doi:10.3168/jds.S0022-0302(02)74370-1

Sartori, R., Haughian, J.M., Shaver, R.D., Rosa, G.J.M., Wiltbank, M.C., 2004. Comparison of ovarian function and circulating steroids in estrous cycles of Holstein heifers and lactating cows. *J. Dairy Sci.* doi:10.3168/jds.S0022-0302(04)73235-X

Sartori, R., Sartor-Bergfelt, R., Mertens, S.A., Guenther, J.N., Parrish, J.J., Wiltbank, M.C., 2002. Fertilization and early embryonic development in heifers and lactating cows in summer and lactating and dry cows in winter. *J. Dairy Sci.* 85, 2803–2812. doi:10.3168/jds.S0022-0302(02)74367-1

Soares, J.G., Martins, C.M., Carvalho, N.A.T., Nicacio, A.C., Abreu-Silva, A.L., Campos Filho, E.P., Torres Júnior, J.R.S., Sá Filho, M.F., Baruselli, P.S., 2011. Timing of insemination using sex-sorted sperm in embryo production with *Bos indicus* and *Bos taurus* superovulated donors. *Anim. Reprod. Sci.* 127, 148–153. doi:10.1016/j.anireprosci.2011.08.003

Soto, P., Smith, L.C., 2009. BH4 peptide derived from Bcl-xL and Bax-inhibitor peptide suppresses apoptotic mitochondrial changes in heat stressed bovine oocytes. *Mol. Reprod. Dev.* 76, 637–46. doi:10.1002/mrd.20986

Spell, A.R., Beal, W.E., Corah, L.R., Lamb, G.C., 2001. Evaluating recipients and embryo factors that affect pregnancy rates of embryo transfer in beef cattle. *Theriogenology* 56, 287–297.

St-Pierre, N.R., Cobanov, B., Schnitkey, G., 2003. Economic losses from heat stress by US livestock industries. *J. Dairy Sci.* 86, E52–E77. doi:10.3168/jds.S0022-0302(03)74040-5

Stewart, B.M., Block, J., Morelli, P., Navarette, A.E., Amstalden, M., Bonilla, L., Hansen, P.J., Bilby, T.R., 2011. Efficacy of embryo transfer in lactating dairy cows during summer using fresh or vitrified embryos produced *in vitro* with sex-sorted semen. *J. Dairy Sci.* 94, 3437–3445. doi:10.3168/jds.2010-4008

Thatcher, W.W., Collier, R.J., 1986. Effects of climate on bovine reproduction, in: Morrow DA (Ed.), *Current Therapy in Theriogenology*. Saunders, WB, Philadelphia, pp. 301–309.

Torres-Júnior, J.R. de S., Pires, M. de F.A., de Sá, W.F., Ferreira, A. de M., Viana, J.H.M., Camargo, L.S.A., Ramos, A.A., Folhadella, I.M., Polisseni, J., de Freitas, C., Clemente, C.A.A., Sá Filho, M.F., Paula-Lopes, F.F., Baruselli, P.S., 2008. Effect of maternal heat-stress on follicular growth and oocyte competence in *Bos indicus* cattle. *Theriogenology* 69, 155–66. doi:10.1016/j.theriogenology.2007.06.023

Umphrey, J.E., Moss, B.R., Wilcox, C.J., Van Horn, H.H., 2001. Interrelationships in lactating Holsteins of rectal and skin temperatures, milk yield and composition, dry matter intake, body weight, and feed efficiency in summer in Alabama. *J. Dairy Sci.* doi:10.3168/jds.S0022-0302(01)74722-4

Vasconcelos, J.L.M., Demétrio, D.G.B., Santos, R.M., Chiari, J.R., Rodrigues, C. a, Sá Filho, O.G., 2006. Factors potentially affecting fertility of lactating dairy cow recipients. *Theriogenology* 65, 192–200. doi:10.1016/j.theriogenology.2005.09.030

Vieira, L.M., Rodrigues, C.A., Castro Netto, A., Guerreiro, B.M., Silveira, C.R.A., Moreira, R.J.C., Sá Filho, M.F., Bó, G.A., Mapletoft, R.J., Baruselli, P.S., 2014a. Superstimulation prior to the ovum pick-up to improve *in vitro* embryo production in lactating and non-lactating Holstein cows. *Theriogenology* 82, 318–324. doi:10.1016/j.theriogenology.2014.04.013

Vieira, L.M., Rodrigues, C.A., Mendanha, M.F., Sá Filho, M.F., Sales, J.N.S., Souza, A.H., Santos, J.E.P., Baruselli, P.S., 2014b. Donor category and seasonal climate associated with embryo production and survival in multiple ovulation and embryo transfer programs in Holstein cattle. *Theriogenology* 82, 204–12. doi:10.1016/j.theriogenology.2014.03.018

Watanabe, Y.F., Souza, H.A., Mingoti, R.D., Ferreira, R.M., Batista, E.O.S., Dayan, A., Watanabe, O.Y., Meirelles, F. V., Nogueira, M.F.G., Ferraz, J.B.S., Baruselli, P.S., 2017. Number of oocytes retrieved per donor during OPU and its relationship with *in vitro* embryo production and field fertility following embryo transfer. *Anim. Reprod.* 14, 635–644. doi:10.21451/1984-3143-AR1008

Wolfenson, D., Lew, B.J., Thatcher, W.W., Graber, Y., Meidan, R., 1997. Seasonal and acute heat stress effects on steroid production by dominant follicles in cows. *Anim. Reprod. Sci.* doi:10.1016/S0378-4320(96)01638-7

Wolfenson, D., Roth, Z., Meidan, R., 2000. Impaired reproduction in heat-stressed cattle : basic and applied aspects 535–547.

Wolfenson, D., Thatcher, W.W., Badinga, L., Savi0, J.D., Meidan, R., Lew, B.J., Braw-tal, R., Berman, A., 1995. Effect of Heat Stress on Follicular Development during the Estrous Cycle in Lactating Dairy Cattle1. *Biol. Reprod.* doi:10.1095/biolreprod52.5.1106

Capítulo 8

Precision nutrition in dairy heifers

Marcos Inácio Marcondes¹; Jardeson de Souza Pinheiro²; Ícaro Rainyer Rodrigues de Castro³; Marcelo Barros de Abreu⁴;

1. Introduction

Rearing heifers to replace cows contributes significantly to the cost of production on commercial dairies. Feed expenses are the most costly part of raising replacement heifers, representing about 64% of the total cost until calving (Gabler et al., 2000). In the US dairy industry, rearing heifers account for 15 to 20% of the total cost of producing milk (Hutchison et al., 2017). Consequently, dairy producers aim to reduce feed costs and maximize heifers' performance from born to calving to increase dairy profitability. Furthermore, the fact that heifers do not generate income before calving emphasizes the necessity of feeding heifers precisely.

After all, what is “precision nutrition” for dairy heifers? Most of us believe that precision nutrition is exclusively related to the use of highly specialized equipment to feed or monitor animal behavior and performance. However, the state-of-the-art of precision nutrition is most simple! Precision dairy nutrition is described as applying technology to improve farm performance in terms of economic, social, and environmental factors (Spilke and Fahr, 2003). The premise of precision nutrition is to feed animals to reach their requirements, with minimal nutrient excretion and maximum utilization (González et al., 2018a). In our case, precision nutrition means feeding heifers to calve between 22 and 24 months old without impairing their potential performance (Lohakare et al., 2012; Heinrichs et al., 2017). Technical and animal information can be used to establish and monitor feeding programs. For instance, animal weight is basic but essential information for precision feeding; basically, maintenance and growth requirements are estimated based on body weight (BW) (NRC, 2021). In addition, information such as mature BW and dietary NDF are needed to precisely predict heifer's intake and, consequently, feed heifers. Measuring performance must be done to evaluate whether heifers are growing or fattening. For instance, average daily gain is the most used metric to evaluate animal performance (ADG). However, it does not include how efficiently the animal uses the nutrients, which is exactly what feed conversion measures (amount of feed required to gain one unit of gain). Indicators that associate technical and economic information also deserve attention on heifers' feeding programs. For instance, evaluating the cost to gain one kg of BW might be a useful strategy to measure cost-efficient diets. Lastly, all those indexes cannot be evaluated isolated from economic, social, and environmental

1 Professor at Washington State University, Pullman-ID, United States of America, marcos.marcondes@wsu.edu

2 PhD student at Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brazil

3 PhD student at Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brazil

4 PhD student at Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brazil

factors. Besides general growth goals, the plane of nutrition must consider characteristics such as mammary gland and height development, which affect future performance. This proceeding will focus on discourse about nutrients and strategies to optimize heifers' precision nutrition and present performance results of heifers under different systems.

2. Dry matter intake models

Feed intake accounts for the most significant part of operating costs in the dairy system (European Commission, 2013; USDA, 2016). Therefore, the accurate prediction of feed intake by cattle is essential to enhance the productive nutrients usage, profitability, and environmental performance of dairy cattle systems (Souza et al., 2014). Dry matter intake (DMI) is a key component in assessing feed efficiency, which is obtained based on 2 stages: the measurement of feed intake and the estimation of feeds DM. Appropriate management of DMI is critical because insufficient intake represents a significant limitation for milk synthesis. In productive scenarios, proper management can be accomplished by visually measuring the quantity of feed refused (i.e., orts) and adjusting the amount offered as required (Seymour et al., 2019).

However, the accurate assessment of DMI is still a challenge. Mainly because of: 1) the difficulty in the application of complex predictive DMI models with the accuracy, and 2) several current predictive models use empirical approaches to predict the DMI of dairy heifers with animal (i.e., BW and ADG) or diet variables as inputs (i.e., NEM, TDN, and NDF), not considering the complexity of the mechanisms that control feed intake (Oliveira and Ferreira, 2016).

Empirical DMI models use statistical concepts to identify relationships that best describe the sampled population at the expense of the underlying mechanisms that regulate DMI. Consequently, changing the sampled population for which the model was fitted reduces the model's prediction's robustness and adequacy. On the other hand, mechanistic prediction models are more population-independent since they predict DMI by describing the processes that regulate DMI in ruminants. As a result, they are frequently more robust than empirical models while similarly providing more adequate predictions across different cattle populations. An alternative to empirical and mechanistic models for predicting DMI in cattle are the conceptual mathematical models (CMM). The CMM, similar to the mechanistic DMI prediction models, are more population-independent than empirical models. However, CMM uses simpler mathematical equations (i.e., semi-mechanistic) and fewer parameters (mainly parameters that have a biological definition) than mechanistic models (which often attempt to simulate all processes) to describe DMI regulation in cattle (Bateki and Dickhoefer, 2019). Oliveira and Ferreira (2016) described that the use of such empirical models is limited to specific diets, animal breeds, and conditions of management and environment.

In the 40th Discover Conference (2020) of the American Dairy Science Association (ADSA), a new equation to predict DMI was suggested to replace that existent in the NRC (2001):

- Equation 1 accounted only for animals' characteristics (body weight and mature body weight)
- Equations 2 accounted of animals' characteristics (body weight and mature body weight) and diet characteristics (dietary NDF)

We used a national database composed of Holstein and crossbred animals in confined and grazing systems to evaluate the equations considering a Brazilian scenario (N = 924, Figure 1, Table 1). The validation demonstrated that Eq. 1 had a greater bias than Eq. 2 and a higher systematic error. Although both equations had similar CCC, Eq 2 had a lower bias and was more accurate; thus, when considering all the data, Equation 2 fitted better our Brazilian data.

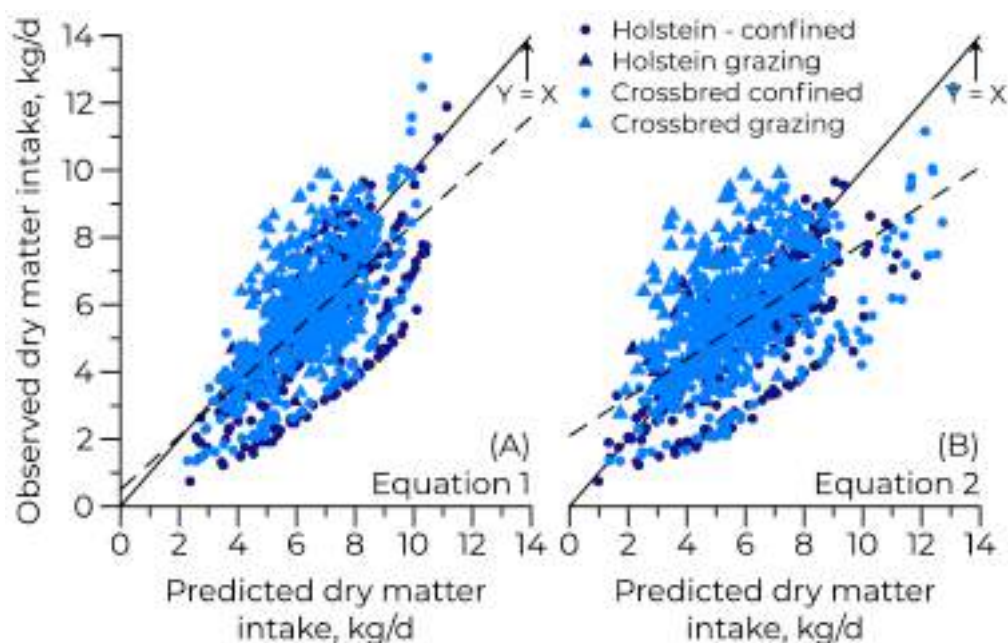


Figure 1 – Observed and predicted DMI of heifers from Brazilian database of Holstein and Crossbred in confined and grazing systems.

Table 1 – Validation of equations for Holstein and Holstein×Gyr crossbred heifers in confined and grazing from Brazilian dairy system.

Items	Equation 1		Equation 2 (N = 924)	
	Estimate	P-value	Estimate	P-value
a (test: $\beta_0=0$)	0.498 ± 0.186	0.007	2.100 ± 0.149	0.001
b (test: $\beta_1=1$)	0.792 ± 0.028	0.001	0.571 ± 0.024	0.001
HO: a = β_0 & $\beta_1 = 1$		0.001		0.001
Mean Bias	-0.837	0.001	-0.48449	0.001
CCC	0.598 ± 0.019		0.608 ± 0.020	
Ar (Cb)	0.900		0.970	
r ²	0.665		0.627	
MSEP	2.623		2.906	
MSEP Mean Bias	0.700	26.71%	0.235	8.08%
MSEP Systematic Bias	0.107	4.08%	0.726	24.98%
MSEP Random error	1.815	69.21%	1.945	66.95%

Further, we evaluated the equation separating Holstein data from Holstein × Gyr crossbreds. In the scenario considering only Holstein animals (Table 2; Figure 2), Eq. 2 appeared to be again better than Eq. 1 because it presented higher CCC, higher accuracy, and higher precision in the analysis. However, as shown in Table 2, both equations had a high bias, which limits their use in Brazilian conditions

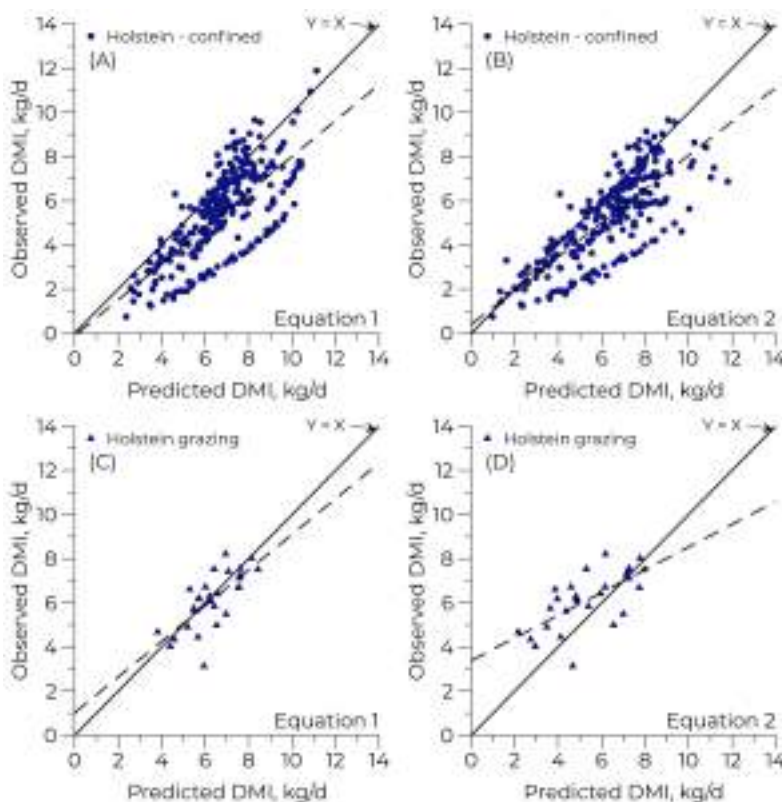


Figure 2 – Observed and predicted DMI of animals from Brazilian database of Holstein heifers in confined and grazing systems

Table 2 – Validation of equations for confined and grazing Holstein animals from Brazilian dairy system.

Items	Equation 1		Equation 2	
	Estimate	P-value	Estimate	P-value
Confined Holstein (N = 269)				
a (test: $\beta_0=0$)	-0.110 ± 0.339	0.746	0.402 ± 0.253	0.113
b (test: $\beta_1=1$)	0.812 ± 0.02	0.001	0.766 ± 0.038	0.001
H0: a = β_0 & $\beta_1 = 1$		0.001		0.001
MB	-1.355	0.001	-1.072	0.001
CCC	0.556 ± 0.033		0.681 ± 0.029	
Ar (Cb)	0.819		0.894	
r ²	0.679		0.762	
MSEP	3.908		2.895	
MSEP Mean Bias	1.837	47.01%	1.150	39.72%
MSEP Systematic Bias	0.106	2.72%	0.221	7.65%
MSEP Random error	1.965	50.28%	1.524	52.63%
Grazing Holstein (N = 28)				
a (test: $\beta_0=0$)	1.026 ± 0.983	0.306	3.380 ± 0.621	0.001
b (test: $\beta_1=1$)	0.807 ± 0.153	0.220	0.515 ± 0.111	0.001
H0: a = β_0 & $\beta_1 = 1$		0.250		0.001
MB	-0.19246	0.556	0.783	0.055
CCC	0.705 ± 0.09620		0.571 ± 0.112	
Ar (Cb)	0.980		0.858	
r ²	0.720		0.665	
MSEP	0.849		2.118	
MSEP Mean Bias	0.037	4.36%	0.614	28.97%
MSEP Systematic Bias	0.047	5.49%	0.638	30.12%
MSEP Random error	0.765	90.15%	0.867	40.91%

In the third scenario, we considered only confined, and grazing crossbred animals (Table 3; Figure 3). When it comes to only confined animals, we observed that both presented very similar results, with low bias, similar CCC, accuracy, and precision. However, Eq. 2 had a higher systematic bias than Eq. 1. In general, both equations did not fit adequately in crossbred grazing animals, which makes sense since the equations were developed using Holstein confined animals. Nevertheless, Eq. 1 had a slightly best fit (higher accuracy and lower means bias and systematic bias) than Eq 2.

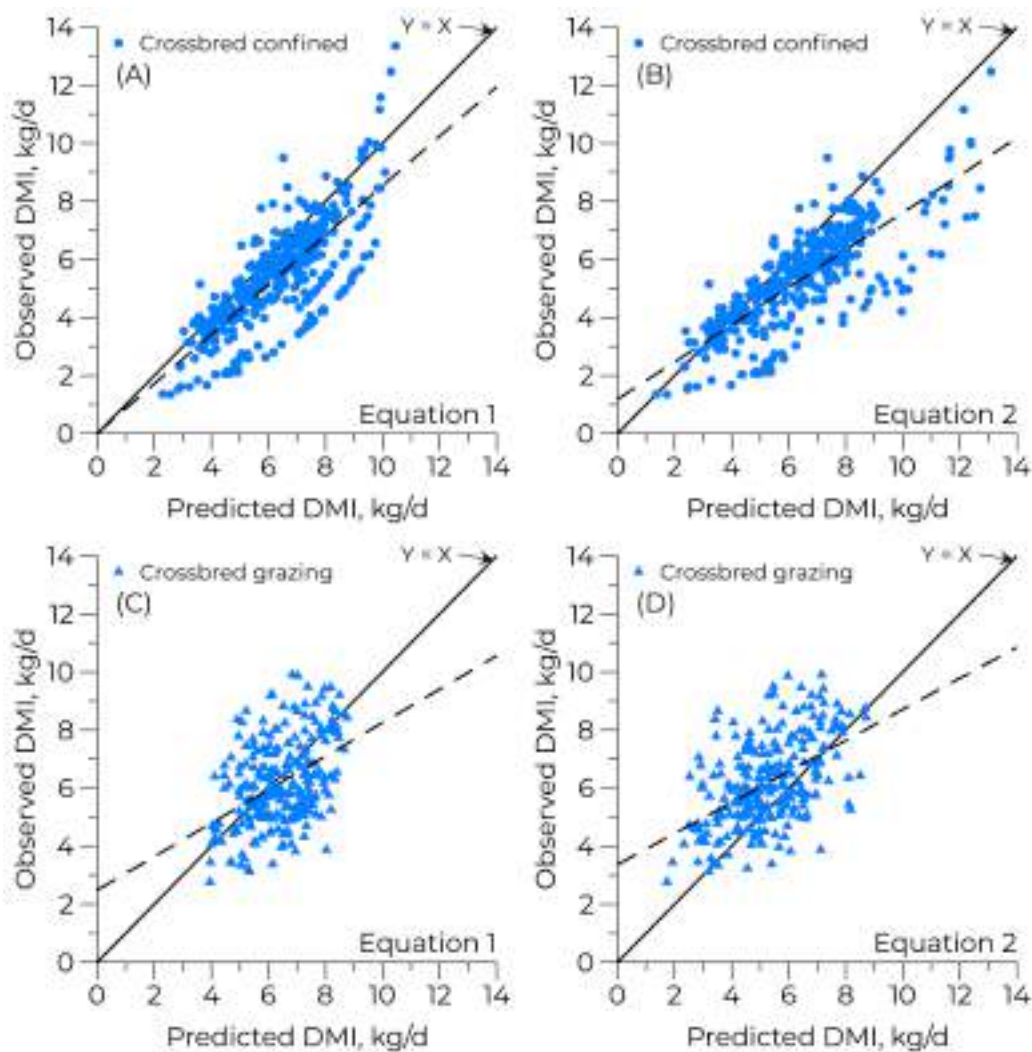


Figure 3 – Observed and predicted DMI of animals from Brazilian database of Holstein × Gyr crossbreds in confined and grazing systems

Table 3 – Validation of equations for confined and grazing Crossbred animals from Brazilian dairy system.

Items	Equation 1 Confined Crossbred (N = 387)		Equation 2	
	Estimate	P-value	Estimate	P-value
a (test: $\beta_0=0$)	0.013 ± 0.224	0.952	1.179 ± 0.176	0.001
b (test: $\beta_1=1$)	0.852 ± 0.034	0.001	0.643 ± 0.026	0.001
H0: a = β_0 & $\beta_1 = 1$		0.001		0.001
MB	-0.914	0.001	-1.093	0.001
CCC	0.689 ± 0.024		0.672 ± 0.024	
Ar (Cb)	0.897		0.857	
r ²	0.769		0.784	
MSEP	2.215		2.955	
MSEP Mean Bias	0.835	37.70%	1.195	40.46%
MSEP Systematic Bias	0.063	2.83%	0.597	20.20%
MSEP Random error	1.317	59.47%	1.163	39.35%
Grazing Crossbred (N = 242)				
a (test: $\beta_0=0$)	2.488 ± 0.496	0.001	3.365 ± 0.322	0.001
b (test: $\beta_1=1$)	0.576 ± 0.076	0.001	0.535 ± 0.059	0.001
H0: a = β_0 & $\beta_1 = 1$		0.001		0.001
MB	-0.229	0.059	0.911	0.001
CCC	0.417 ± 0.050		0.422 ± 0.045	
Ar (Cb)	0.945		0.883	
r ²	0.441		0.478	
MSEP	2.098		2.936	
MSEP Mean Bias	0.052	2.50%	0.830	28.28%
MSEP Systematic Bias	0.234	11.15%	0.434	14.77%
MSEP Random error	1.812	86.35%	1.672	56.95%

We can notice that Eq. 1 had the best fit in most scenarios in the Brazilian conditions. We suspect that the main reason for the better performance of Eq. 1 is the divergence in the NDF composition/quality between temperate and tropical forages. Additionally, a possible pitfall in the new equations is the absence of ADG in the models. Our data show a high variability in ADG across BW ranges (Figure 4B) and that ADG is highly correlated with DMI in growing heifers (Figure 4A). Thus, at least in Brazilian conditions, a reparametrization of the equations and the addition of ADG in the model are suggested to improve their goodness of fit. In this sense, we still recommend the use of the equation developed by our group (Silva et al., 2015) to estimate DMI for growing heifers in Brazilian conditions (Holstein: $DMI = -0.2092 + (0.0169 \times BW) + (2.5833 \times ADG) - (0.5126 \times ADG^2)$; Crossbred: $DMI = -0.2092 + (0.0179 \times BW) + (2.3048 \times ADG) - (0.5126 \times ADG^2)$). Nonetheless, that equation was developed without considering diets characteristics, and future studies are warranted.

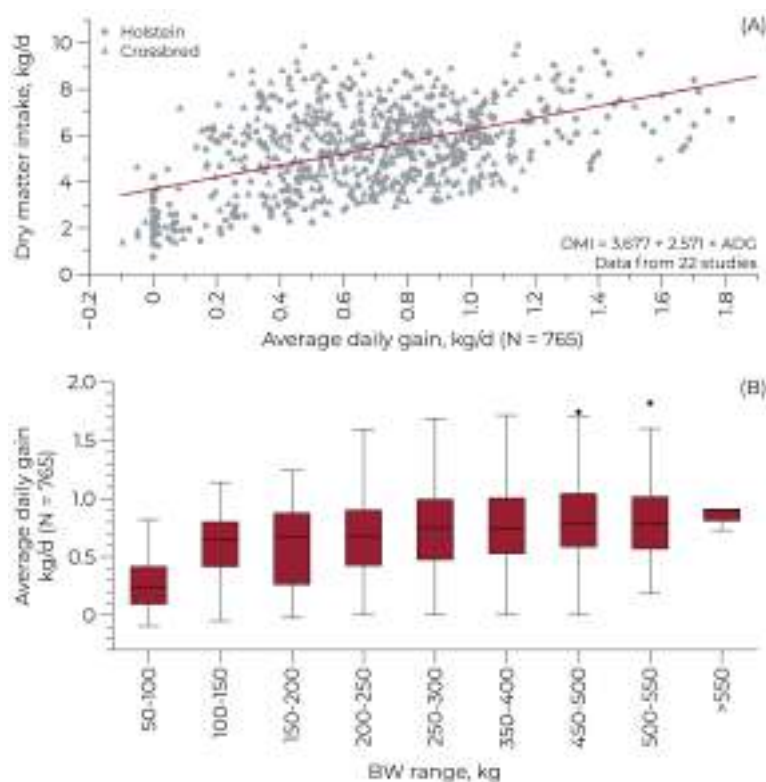


Figure 4 – Dry matter intake, average daily gain, and body weight range of animals from Brazilian database used in the validation of equations 1 and 2.

The principal limitations of previous studies with DMI in dairy herds are the uncertainty of estimates due to large standard errors and the domination by studies on the Holstein breed. Larger data sets are required for accurate estimation of genetic parameters for DMI, and gaps persist in estimates of the genetic parameters for DMI in other dairy cattle breeds (e.g., Jersey, Nordic Red). Some international collaborative studies have been completed using feed intake in Holsteins; however, that data has not been translated into good prediction models (Li et al., 2016).

The large economic impact of feeding costs in dairy cattle production has motivated the investigation of the genetic background of feed intake and efficiency of nutrient utilization, which were shown to be moderately heritable traits. However, the lack of direct inclusion of feed intake in dairy cow breeding goals is mainly due to the difficulty and costs of acquiring individual animal feed intake measurements for many animals (Haas et al., 2015). Currently, measurement of feed intake for individual cows is available only in research or nucleus herds (Li et al., 2016). Genetic studies on feed intake in dairy cattle call for larger data sets using multiple data sources (e.g., multiple countries or breeds) (Berry et al., 2014). Although DMI can be easily measured in studies using small groups, the traditional method of weighing orts is not economically feasible for population-scale analysis (Seymour et al., 2019), mainly because no single standard has been adopted to estimate DM content of feeds. This variability in methodology will translate to variation in results across studies and result in subsequent difficulty in comparing study results (Ahn et al., 2014).

3. Nutrient requirements for dairy heifers

Nutritional requirements rely on the animal's production potential, stage of life, physiological state, energy expenditure, environment, and feed characteristics. However, it can also be altered and manipulated by management. Many variables that impact requirements can be measured in near real-time using sensor and information technologies and be applied for precision nutritional management, such as diet formulation, controlling feed delivery, or access to particular feeds and quantities (González et al., 2018b).

3.1. Protein

Finding strategies to raise dairy heifers in a more economical and efficient system is essential for dairy farms. This group is frequently fed diets with high levels of low-quality forages, even though diets with higher nutrient density and higher digestibility are acknowledged to improve feed efficiency. Thus, heifers reduce the energy used for digestion and augment the energy applied for growth when fed highly digestible diets (Zanton and Heinrichs, 2007). Although this practice is often used in research and on commercial farms, it still generates some concern. The high quantity of concentrates in nutrient-dense diets could cause low ruminal pH owing to rapid rumen fermentation. Also, high starch concentrations in the diet can reduce fiber digestion (Pino and Heinrichs, 2016)

Using adequate growth rates during the rearing period to enhance efficiency and productivity gains and reduce the age at puberty represents a strategy to decrease costs in dairy farming. Furthermore, the search and adoption of reasonable procedures for ruminant feeding management, besides favoring the efficient use of nutrients by the animal, can generate economic and quality returns in milk production systems since feeding is the most expressive production cost (Oliveira Filho et al., 2018).

During development, skeletal muscle tissue has the most significant influence on increases in body mass and provides a greater mass gain per unit deposited than bone or fat. Moreover, its growth is subject to manipulation because protein storage is dynamic and adapts to different physiological conditions. Therefore, poor-quality diets that are unbalanced or deficient in nutrients may promote a reduction in protein turnover rates and therefore decrease the rate of body weight gain rates, which can result in a delayed first calving age than that observed in animals fed better quality diets (Silva et al., 2018c).

Understanding the protein requirement of dairy calves and heifers is valuable to achieve optimum rates of gain that are both economical to producers and advantageous to upcoming heifer productivity. Precision nutrition aims to feed a more nutrient-dense diet in a limited amount of DM *versus ad libitum* quantities of diets containing fewer nutrients. Thus, it is possible to regulate growth rates and costs, raise feed efficiency, and decrease nutrient output in

the urine and feces. Precision nutrition has consistently reached these goals without affecting post-calving milk yield (Zanton and Heinrichs, 2010). Protein requirements equations (quantity per day) from the Dairy NRC (2001) were used to formulate the diets in most trials available in the literature. Since target growth rates were constantly met with the diets formulated based on that, one might suggest that NRC requirements are approximately correct and valuable in formulating diets and managing the growth of heifers (Hill et al., 2013).

Table 4 – Summary of data of the relation between CP intake, production, and N intake.

Treatment	Main results	Reference
Increase CP from 13.5 to 15.0, 16.5, 17.9, and 19.4% of DM.	Milk yield and protein were not increased by feeding more than 16.5% CP. The linear increase in urinary N excretion resulted from a sharp decline in N efficiency as dietary CP content increased.	(Colmenero and Broderick, 2006)
CP contents of 15.1, 16.7, and 18.4%	There were linear increases in milk urea and urinary N excretion and linear decreases in N efficiency with increasing CP. Increasing	(Broderick, 2003)
Low 10.2% DM, medium 11.9% DM or high 13.5% DM	11.9% CP with nearly 2.47 Mcal/kg ME was enough to meet requirements of 9-11-month-old Holstein heifers gaining 0.9 kg/d, allowing the animal to reach breeding recommendations at 13 to 14 months of age	(Zhang et al., 2017)

The literature has shown that dietary CP is usually greater than the quantity recommended for dairy heifers, even superior to the NRC (2001). A survey identified that the dietary CP ranges from 12.5% to 17.2% in dairy herds, with the average diet containing 14.8% of CP. These results are probably a consequence of experimental data showing that the more CP is fed, the more milk is produced, but there is an excess of urinary N excreted in the environment, indicating the best balance between mammary gland development and environmental cost is not yet known.

3.2. RDP/RUP balance for heifers

The primary role of dietary CP is to supply dairy cows with MP in the form of absorbed amino acids (AA) to meet their requirements for maintenance and production. Therefore, dairy rations should ideally be balanced for AA rather than protein, but always keep an adequate ammonia supply to rumen bacteria. The aim in protein nutrition should be enhancing N utilization efficiency, which means lessening total N intake while meeting the requirements for milk protein synthesis and, by this means, reducing feeding expenses and N excretion into the environment.

As AA requirements have not been established for heifers, the best option is to balance the diets to meet the requirements for metabolizable protein (MP). In this case, rations must be first balanced for rumen degradable protein (RDP) and rumen undegradable protein (RUP) (Bahrami-Yekdangi et al., 2014). However, those levels were not yet established in the literature.

Microbial protein (Pmic) is the primary AA source for ruminants, mainly because of its excellent AA profile, similar to milk and muscle. Despite the use of endogenous and recycled nitrogen (N) for Pmic synthesis, the RDP represents the most significant source of N for Pmic synthesis, with significant importance to the MP flow (Silva et al., 2018a). Bahrami-Yekdangi et al. (2014) established that overfeeding RUP due to an imbalanced AA profile decreases the efficiency of MP utilization for milk protein synthesis.

Research has shown that even though Pmic provides the ruminant with some metabolizable AA, additional sources of RUP are still needed to maximize performance heifers (NRC, 2001a). In this sense, Silva et al. (2018b) evaluated increasing RUP levels (38, 44, 51, and 57% of dietary CP) in diets for heifers at 2 physiological stages (prepubertal or pubertal). The authors observed that a RUP of 51% increased BW, ADG, feed efficiency, and N retention in heifers regardless of the physiological stage (Silva et al., 2018b).

Table 5 – Summary of data of the relation between RDP and RUP for dairy heifers and performance.

Treatment	Main results	Reference
14 to 15% CP for pre-pubertal 13 to 14% CP for post pubertal	Maximum protein efficiency has been achieved when heifers are fed diets containing 14 to 14.5% CP.	(Zanton and Heinrichs, 2008).
62%, 68%, 74%, and 81% of CP as RDP	Protein degradability did not increase the efficiency of nutrient utilization in dairy heifers. Therefore, high-quality forages improve nutrient utilization, and RDP sources can be used with similar digestion coefficients and fermentation profiles.	(Ding et al., 2015)
45% and 90% forage	Additional dietary fiber reduced Pmic flow and nutrient and N utilization under high proportions of RDP (~65%) with diets having a concentration of 45% or 90% forage, suggesting a higher RUP inclusion is warranted.	Lascano et al. (2016)
2 levels of forage, high forage (60%) or low forage (45%), and three dietary fibers: low, medium, and high	Diets with a higher proportion of fiber benefited the most from a high RUP supply, complementing the substantial reduction in predicted MP caused by the incremental dietary fiber.	(Koch et al., 2017).
RUP contents (38, 44, 51, and 57% of dietary CP) in pre- and pubertal heifers	Pmic synthesis, microbial efficiency, and the use of N for microbial synthesis decreased with increasing RUP. RUP level of 51% increases body weight, average daily gain, feed efficiency, and N retention in heifers regardless of the PS.	(Silva et al., 2018a) (Silva et al., 2018b)

In several published papers, maximum protein efficiency has been proved when heifers are fed diets containing up to 14.5% CP with different RUP and RDP concentrations (Zanton and Heinrichs, 2008) (Table 5). Studies with soluble protein added as urea have found improved N retention in rations with soluble protein approaching 40%. Thus, it appears that N utilization in the precision-fed dairy heifer is high, allowing for efficient rumen Pmic production throughout the day despite feed access being restricted to a few hours. Based on all data presented, our best recommendation for RDP/RUP balance is 50:50 based on Silva et al. (2018ab) results evaluating high-performance heifers. However, the response of efficiency and performance would largely depend on the forage quality and proportions of ingredients in the concentrate in the diet since the AA balance of the metabolizable protein surely would affect the final performance and efficiency.

3.3. High protein diets vs. requirements

Protein is a significant limiting nutrient in ruminants. Feeding high protein diets have become a common practice in dairy farming to improve mammary gland development and future milk production (Aguilar et al., 2012). However, providing excessive dietary protein to dairy heifers is expensive, whereas targeting a lower yet sufficient CP intake that meets the requirements could enhance nutrient utilization and management. The potential of the rumen to change protein as a means for enhancing the efficiency of N utilization for growth and productivity of dairy heifers has received little attention (Ding et al., 2015; Koch et al., 2017). However, studies showed that high CP leads to decreased nitrogen (N) efficiency (the ratio between diet N content and N in milk produced) and increased N excreted via urine and milk (Huhtanen and Hristov, 2009; Broderick et al., 2015).

In high protein diets, a substantial part of the dietary N is not used by the animal. Arriaga et al. (2009) reported that only 25.8% (ranging from 19.2% to 32.3%) of the total feed N consumed on commercial dairy farms is secreted in milk, with the majority of the remainder being eliminated about similarly in feces and urine. Powell et al. (2006) reported an average of 25.4% of N retention (ranging from 18.2% to 32.6%). Regardless of the economic and environmental concerns, protein overfeeding is rather a regular occurrence under modern dairy production, predominantly on farms feeding total mixed rations (TMR) (Jonker et al., 2002; Arriaga et al., 2009). The combination of the increased cost of dietary protein and legislation introduced in several countries on the storage and application of cattle manure has resulted in renewed interest in protein levels in dairy cattle diets (Katongole and Yan, 2020).

Heifer rearing programs typically focused on achieving earlier puberty and earlier breeding to increase profitability. The feeding strategies used during pre-and post-pubertal development of the dairy heifer directly affect lactation

performance (Erickson and Kalscheur, 2020). Further, its already well documented that overfeeding through the allometric phase of mammary growth (2 to 3 months of age through puberty) can increase average daily gain and accelerate the onset of puberty (Meyer et al., 2006). An increase in nutrient intake during this phase may impair mammary gland growth (Sejrsen et al., 1982) and reduce milk production at first lactation (Radcliff et al., 2000) (Table 6).

Table 6 – Summary of studies evaluating the impact of protein nutrition on mammary gland development

Treatment	Main results	Reference
MP:ME ratios equal to 33, 38, 43, 48, and 53 g of MP per Mcal of ME.	DM and nutrient intake did not change between treatments, excepting protein intake and digestibility; increasing MP:ME potentially reduced impairment in mammary gland development.	(Albino et al., 2015)
high gain of 1 kg/d; low gain of 0.5 kg/d; and maintenance	High ADG negatively affected mammary development in crossbred heifers and had lesser effects on blood hormone concentrations and biometric measurements.	(Albino et al., 2017)
ADG of 0.0 kg/d (maintenance), 0.5 kg/d (low gain), or 1.0 kg/d (high gain).	Increasing nutrient intake in prepubertal altered mammary development, increased body fat and mammary fat accumulation, and seemed to compromise parenchyma growth in crossbred animals.	(Weller et al., 2016)
High gain of 1 kg/d, low gain (0.5 kg/d), or maintenance	Ultrasonography of PAR can accurately measure and predict PAR composition in prepubertal heifers growing at various gain rates.	(Koch et al., 2017)

The mass of the mammary fat pad is possibly directly related to the high weight gain during the prepubertal phase. This, in turn, is directly associated with the quantity of energy consumed by the animal. However, some authors suggested that the main factor in fat accumulation in the mammary gland is not specifically energy intake but rather the proportion between the energy and the protein ingested by the animal. The use of diets containing MP:ME ratios less than 38 g/Mcal might induce excessive accumulation of fat in the mammary gland parenchyma, and therefore are not recommended when heifers are reared under high daily gains (Albino et al., 2015), as shown by (Weller et al., 2016) in Figure 5.

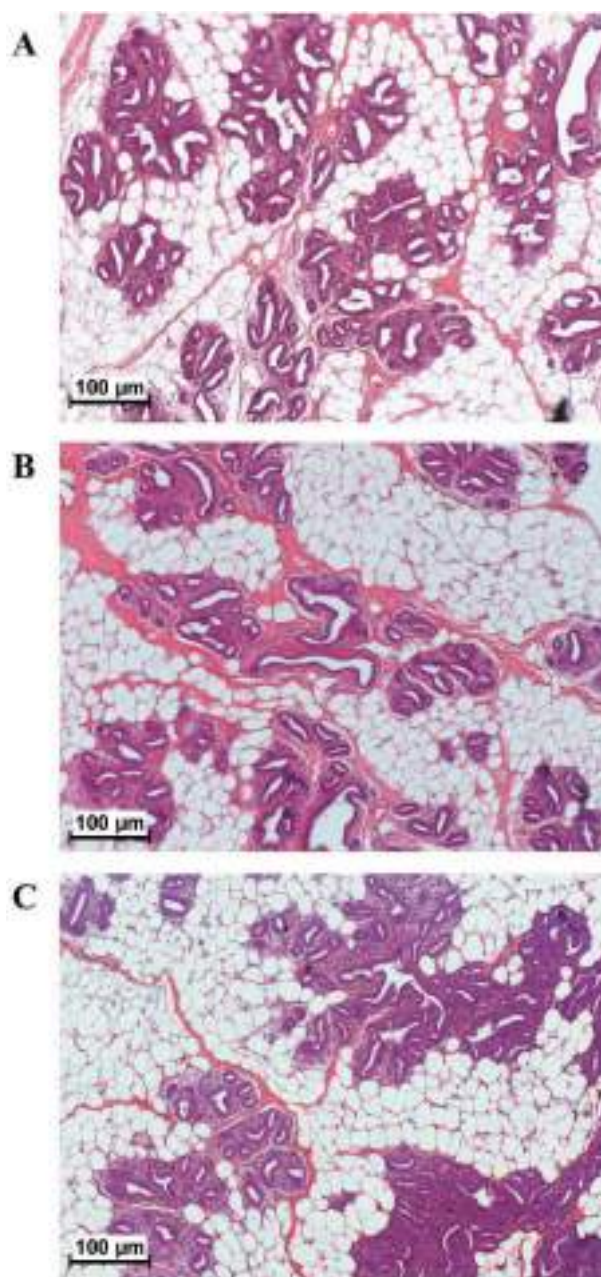


Figure 5 – Representative mammary parenchymal images from the (A) maintenance, (B) high gain, and (C) low gain heifers (Weller et al., 2016).

It is worth noting that the same dietary CP level that did not impair the mammary gland development with Holstein heifers (Albino et al., 2015) were detrimental to a mammary gland of a Holstein × Gyr heifers (Albino et al., 2017). So far, we cannot say if this was explicitly due to the Gyr cross or due to the genetic potential of the animals used by Albino et al. (2017). That speculation was because in Albino et al. (2015) study, the diets were formulated for a gain of 1.0 kg/d and the heifers indeed gained 1.0 kg/d. While in Albino et al. (2017), the diets were formulated for a gain of 1.0 kg/d, and the animals gained 0.9 kg/d in the high gain treatment. Therefore, maybe the low genetic potential of the crossbred animals led to a more significant accumulation of fat in the carcass and mammary gland,

regardless of the dietary protein. However, we still need further data to check those theories.

Therefore, the heifer prepubertal intake has been confirmed to be an important stimulus that can affect mammary mRNA expression in bovines and potentially the rate of tissue growth. Previous studies cited above showed that nutrient intake level during the preweaning phase could have long-lasting effects on productivity and profitability. Piantoni et al. (2012) proved that improving nutrient intake to twice the intake of conventional milk replacer (441 g of DM/d of control vs. 951 g/d) might be sufficient to improve mammary gland development through changes in mRNA expression across several molecular functions and pathways. However, the biological implication of these results to future heifer milk production remains to be further clarified.

3.4. Amino acids in precision nutrition for dairy heifers

Growing heifers require AA to support maintenance, growth, and gestation. Providing these nutrients as efficiently as possible requires a coordinated effort between dietary provision, availability, and pre- and post-absorption processes (Zanton and Heinrichs, 2007). In addition, the different AA can combine in various ways and give rise to thousands of proteins involved in tissue synthesis, such as bone, muscle, mammary gland, etc. Therefore, AA supplementation should play an essential role in the metabolic pathways that involve the growth of dairy heifers, impacting the future lactating cow.

Little or no research is found for dairy heifers, mainly focusing on estimates of AA requirements and possible benefits in their productive life. One of the few studies in the literature is that by Rugoho et al. (2019), where they aimed to quantify the plasma amino acid profile from dairy heifers grazing swards containing ryegrass/clover, chicory, and plantain during autumn and spring. This study showed that season affected essential AA concentrations, especially methionine and lysine. Total plasma AA concentrations were lower in autumn (2965 μM) than in spring (3303 μM). This indicates that in periods of lower supply and pasture quality, animals must be deprived of some nutrients, especially AA, compromising their growth and future performance in the first lactation.

Liu et al. (2018) used four Holstein heifers fitted with duodenal and pancreatic cannulas to investigate three doses of Isoleucine infusion (10, 20, and 30 g in 2500 mL of water) on the pancreatic exocrine function and duodenum into two periods. The doses of isoleucine were infused into the duodenum over 12 h (period 1) and over 10 days (period 2). Compared with no isoleucine infusion, the isoleucine infusions increased proteins' concentration and secretion rate, plasma cholecystokinin, and the activity of trypsin, especially α -amylase (Figure 6). This indicates a greater cellular metabolism and possibly a greater flow of energy for isoleucine-infused animal productive activities.

However, ruminal kinetics can influence the supply of isoleucine post rumen, altering this amino acid's entire metabolism and function. Therefore, further research is needed on the supply of isoleucine via feeding and the possible effects of ruminal metabolism on this AA.

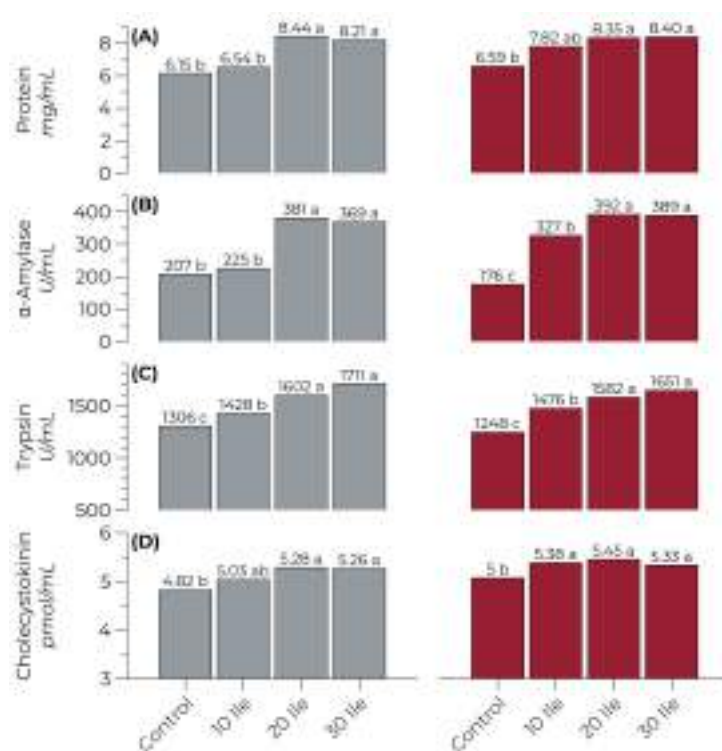


Figure 6 – Effects of 12-h (period 1) and 10-days (period 2) duodenal infusion of Isoleucine (0, 10, 20, and 30 g) on protein (A), α-Amylase (B), Trypsin (C), CCK, cholecystokinin (D) concentrations. Adapted from: Liu et al., 2018.

Overall, the scarcity of AA studies for heifers and their possible benefits should reflect on the functioning of our dairy farms, leading to fewer investments for this category in the dairy herd. Therefore, further research is needed to justify the use of AA for heifers in the short and long term, focusing on these animals' greater productive and reproductive performance. In addition, it is necessary to understand the pathways, metabolism, and requirements of individual AA for heifers. Finally, a thorough and robust economic evaluation of the benefits of supplementing dairy heifers with AAs is needed. The investment cost via nutrition must be paid in milk yield, generating profit for the producer during the productive life of these animals.

3.5. Starch in precision nutrition for dairy heifers

Dairy heifers are commonly fed with high levels of lower quality forages (Moody et al., 2007). Nonetheless, it is known that diets with higher energy density

and higher digestibility may improve animals' feed efficiency and performance. Thus, heifers can increase the use of energy for their growth and productive life. In this aspect, many studies focus on densifying diets for heifers, primarily using high starch levels.

Starch is the main component of non-fibrous carbohydrates, ranging from 65 to 75% of the NFC in forage-based diets and from 45 to 55% for diets where by-products are predominant (Tebbe et al., 2017). Total tract starch digestibility ranges from 85% to 99 % in lactating dairy cows (Ferraretto et al., 2013). Due to the many sources of variations that act on this component (Firkins, 2006; Allen and Piantoni, 2014), starch is periodically tested in feed formulation programs, aiming to improve performance and reduce the risk of metabolic diseases. Therefore, starch has no longer been accounted for in NFC, and starch-specific digestibility coefficients have been applied in the formulation of TMR, aiming to reduce the nutritional heterogeneity of the NFC fraction and prevent metabolic diseases in animals.

As a challenge, animals fed with diets composed of high starch may keep the ruminal pH low for a long time (Pino and Heinrichs, 2016). Also, the high concentration of starch causes the death of fibrolytic microorganisms, reducing ruminal fiber digestion. However, the literature reports that the use of additives in diets with high starch reduces the negative effect caused by low pH, preventing damage to rumen health (Hoffman et al., 2007; Lascano and Heinrichs, 2009), and could improve the fiber digestibility in dairy heifers. Lascano et al. (2012) evaluated the effects of 2 dietary starch levels (28% high starch and 17% low starch) and the doses of *Saccharomyces cerevisiae* (0, 10, 30, and 50 g/day) on nutrient total-tract digestibility, N utilization, and blood metabolites of dairy heifers. Yeast acted positively, increasing NDF digestibility as dietary starch increased. In addition, a high starch diet increased plasma urea N concentration, attributed to a higher protein degradation rate. Likely, high starch stimulated the growth of microorganisms, resulting in the high conversion of protein into ammonia N (Dennis et al., 1983). Thus, similar to lactating cows, using nutritional tools such as feed additives should enhance the performance of dairy heifers fed high starch diets. This study has shown that diets around 28% starch can result in greater digestibility due to greater microbial growth, leading to better production. However, high starch levels are only encouraged for animals feed additives, focusing on maintaining the ruminal health of dairy heifers.

Williams et al. (2021) evaluated the growth, feed intake, and feed efficiency of post-bred dairy heifers with high and low genomic residual feed intake (RFI) as a predictor of lactating performance. Heifers were fed either a high (15% starch and 62.7% NDT) or low-energy diets (11% starch and 57% NDT). The study reported that the feed efficiency of heifers with different genomic RFI may depend on the diet's energy level, and heifers with low RFI used the low energy diet more efficiently. Although Williams et al. (2021) showed that animals with low RFI are more efficient in using low energy diets (low starch), high-starch diets should

result in other benefits such as improved reproduction. According to Zanton and Heinrichs. (2007), heifers fed 60 days before breeding with diets containing high starch concentrations may show estrus 22 to 24 days before heifers fed low-starch diets aiming ADG of 0.9 kg/d. In addition, they observed an increased milk fat and fat-corrected milk in high starch-fed animals. In summary, the higher energy status promoted by high starch diets positively affected puberty, and although the treatments did not affect the level of milk production, we can note that animals fed higher energy diets (high starch) were greater in milk production in the first 150 days of lactation than animals fed with high forage (Figure 7). Therefore, further studies with high starch diets for heifers are encouraged to confirm the hypothesis of higher milk production in high starch-fed heifers.

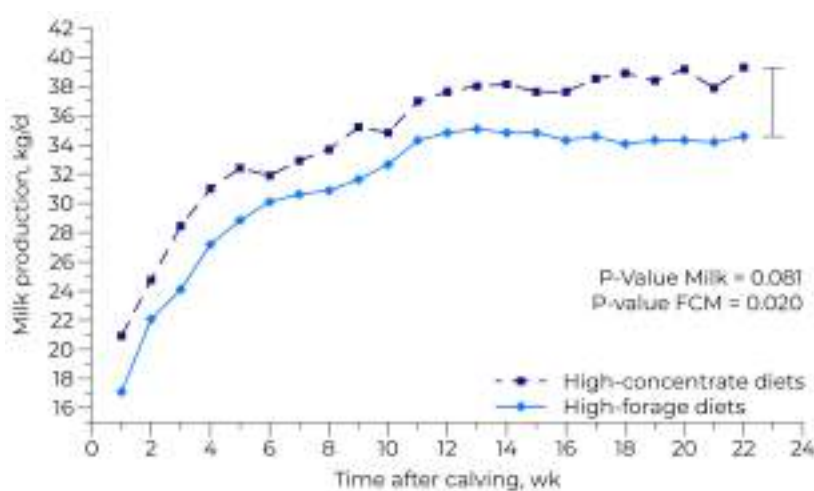


Figure 7 – Milk production response through 150 DIM for Holstein heifers fed a highforage (HF) or high-starch (HC) diet for similar ADG before puberty ($n = 17$ for HF and HC, those heifers that completed 150 d of lactation). Production values are based on weekly averages from daily measurements made using the Afifarm system (S.A.E. Afikim, Kibbutz Afikim, Israel). A significant effect was found for milk production ($P < 0.001$). Treatment and treatment by week interactions were not significant ($P < 0.100$) for milk production. **Adapted from:** Zanton and Heinrichs, 2007.

In general, dairy farms use high-energy diets (prepartum diet) between the 3 or 4 weeks before parturition. High-starch diets were encouraged during prepartum to increase dry matter intake and milk production in the first days of lactation (Mc Namara et al., 2003; Janovick and Drackley, 2010). Additionally, it has been known that there are proliferative or reducing processes in the rumen mucosa depending on the type of feed. Volatile fatty acids, particularly propionic and butyric acids, produced during bacterial decomposition of ingested carbohydrates, especially starch, are responsible for developing the ruminal mucosa in calves and the structure of the structure mucosa in older animals. In this aspect, high-starch prepartum diets are vital in preparing pregnant heifers for diets rich in carbohydrates and energy in the postpartum phase to meet the

demand for milk production, especially in the first 150 days of lactation (Dirksen et al., 1985).

It is noteworthy that high starch diets can bring some damage to heifers and their offspring. Feeding a high starch diet before calving is associated with increased postpartum glucose and insulin concentrations (Cardoso et al., 2013). In addition, it is believed that there is an insulin sensitivity-reducing effect in the offspring of animals fed with high starch prepartum. Animals that reduce insulin sensitivity may be harmed by slower energy and protein metabolism in heifers. In addition, these animals are vulnerable to heart disease, osteoporosis, and obesity. Insulin sensitivity is the way the body responds to the effects of this hormone, so a heifer with low insulin sensitivity would need more significant amounts of this hormone to be able to lower blood glucose levels. Additionally, there would be greater demand for ATPs to synthesize insulin, compromising the heifers' body energy status. Lastly, animals with reduced insulin sensitivity are less efficient in the cellular metabolism of amino acids and glucose because they reduce the flow of these components to the cellular environment. Studies with sheep and beef cattle reported that feeding these animals a diet that exceeds energy requirements results in offspring with greater sensitivity to insulin in the short and long term (Long et al., 2010a, b), and knowing this behavior in dairy heifers and their offspring is essential to avoid metabolic disorders in first lactating animals.

Despite the positive aspects of feeding high starch diets for heifers, some studies highlighted the detrimental effects of feeding those diets. For example, Haisan et al. (2019) evaluated the effect of feeding primiparous and multiparous animals a prepartum diet with a high (26% starch on a DM basis) or low (14% starch on a DM basis) starch on the growth and insulin sensitivity of female offspring early in life. The authors noted that body weight did not differ between high and low starch-fed calves. In addition, glucose or insulin concentrations were not different before and after the glucose tolerance test for both groups. However, calves in the high starch group were numerically greater for the area of insulin under the curve, and the authors concluded that feeding heifers or cows a prepartum high starch diet may reduce some indicators of insulin sensitivity in female offspring early in life.

Heifers fed with high starch diets can develop hyperkeratosis in the rumen epithelium as well. This problem is caused by the high concentrations of volatile fatty acids (VFA) produced from the fermentation and digestion of starch (Dirksen et al., 1985). High concentrations of VFA can saturate rumen wall cells, reducing nutrient absorption. Pino and Heinrichs. (2016) observed that increased starch levels (3.54, 12.95, 22.25, and 31.73% of dietary starch) would reduce the absorption of different forms of trace minerals (organic and inorganic). They verified that animals consuming high starch diets can develop hyperkeratosis due to the high concentration of VFAs and therefore tend to reduce mineral absorption. Nonetheless, this decrease was less pronounced in the organic trace mineral, increasing dietary dry matter digestibility and individual VFA concentrations. In

addition, the ruminal pH remained lower in animals fed organic trace minerals even as starch levels increased in the diet, which is related to the higher total production of VFA and butyrate. The authors associated these results due to the shorter time spent by animals in feeding with organic trace minerals (more palatable), which led to faster fermentation. Furthermore, the greater bioavailability of organic trace minerals suggests a faster use of trace minerals and accelerated ruminal microorganisms replication, stimulating ruminal fermentation and VFA production. In brief, the organic trace minerals can be more bioavailable ruminal and absorbed to a greater extent than inorganic trace minerals, reducing the impacts of hyperkeratosis in the rumen of dairy heifers fed with high starch.

In summary, starch-rich diets brought benefits to growing heifers that stimulated the growth of ruminal microorganisms, and consequently, increased the production of volatile fatty acids and microbial protein synthesis. In addition, high starch diets can anticipate estrus in dairy heifers by 22 to 24 days. Prepartum diets with high starch have been shown to increase dry matter intake and adapt the heifer rumen to receive high-energy diets in the postpartum, improving the absorption of VFAs, impacting milk production in the first lactation. It is worth noting that some studies showed that starch-rich diets could generate some disorders such as insulin sensitivity in the offspring of animals fed with high starch content in the prepartum, acidosis, and consequent hyperkeratosis of the rumen epithelium.

4. Performance of heifers under grazing systems

The use of grazing systems is the most common application method to feed and manage heifers in Brazil. This is mainly due to the low costs of pasture DM and the relative pasture extensions in Brazilian dairies (Aguirre-Villegas et al., 2017). This system's state of the art consists of providing a quantitative and quality forage to provide enough nutrients to fulfill the heifer's requirements. In addition, less labor and investment are needed in this system compared to confinement. However, despite its advantages, rearing heifers in the grazing system is a highly complex task due to interactions between animals and the environment such as soil, plant, temperature, precipitation, management, etc. (Figueiras et al., 2016). Furthermore, since pasture has quite variable production and quality throughout the year, nutritional and management strategies are needed to overcome the challenges of the system. Thus, this topic will bring data from the performance of heifers fed different strategies as an alternative to optimizing average daily gain (ADG) using pasture as a basal nutritional feed.

In tropical countries like Brazil, forage production and quality reach their maximum potential in the rainy season because forages have their most significant growth under long days and high precipitation conditions. However, even though forage provides a high nutrient input, feeding exclusively pasture may not allow your animals their full performance. At several moments, not all

requirements are met, and performance is compromised. To demonstrate the potential performance of heifers under an exclusively grazing system or grazing plus supplementation, we summarized results from our research group in Table 7.

Table 7 – Performance of grazing heifers under different supplementation strategies in the summer season

Study	Treatment	Forage	Breed	ADG ¹ , g
Machado et al., 2019	CON ³	Mombaça	Holstein	308 ^b
	PROT ⁴	Mombaça	Holstein	570 ^a
	ENE ⁵	Mombaça	Holstein	346 ^b
Morais et al., 2018	ENE	Mombaça	Holstein	540 ^b
	ENE	Mombaça	1/2 Holstein x Gyr	870 ^a
Abreu et al., 2019	ENE	Mombaça	1/2 Holstein x Gyr	950 ^a
	ENE+FITO ⁶	Mombaça	1/2 Holstein x Gyr	800 ^b
Machado et al., 2020	CON ³	Mombaça	3/4 Holstein x Gyr	390 ^b
	ENE	Mombaça	3/4 Holstein x Gyr	600 ^a
	PROT	Mombaça	3/4 Holstein x Gyr	690 ^a
Castro et al. (in preparation)	CON ³	Urocloa decumbens	1/2 Holstein x Gyr	526
	ENE (12% CP)	Urocloa decumbens	1/2 Holstein x Gyr	592
	PROT (24% CP)	Urocloa decumbens	1/2 Holstein x Gyr	552
	PROT (36% CP)	Urocloa decumbens	1/2 Holstein x Gyr	530

¹Average daily gain; ²Neutral detergent fiber intake as a percentage of body weight; ³Heifers fed exclusively pasture; ⁴Proteic supplement; ⁵Energetic supplement; ⁶Fitoterapic; Different letters between studies treatment means statistic difference (P < 0.05).

We should note that heifers fed exclusively pasture had inferior performance (ADG; 408 g/d) than supplemented heifers (ADG; 640 g/d), regardless of breed or pasture. What is the reflection of this lower performance in the age of the first calving (AGF) of heifers? We prepared simulations with heifers feed: 1) exclusively pasture, 2) pasture plus low supplementation, and 3) an ideal supplementation. As an animal model, a 5/8 Holstein × Gyr heifer weighing 63 kg at weaning (90 days) was used in the simulations. A maturity body weight (mBW) of 550 kg was considered for this crossbreed cow. For the simulations, we assumed 350 kg (60% mBW) and 503 kg (82% mBW + conceptus) as ideal weights at conception and calving, respectively. Grazing was split into four seasons: rainy, rainy-dry transition (RDT), dry, and dry-rainy transition (DRT). Performance data for each season was based on the literature findings and the studies mentioned above' with heifers grazing a *Brachiaria decumbens* in a rotative paddock system (Table 8). An excel spreadsheet was used to calculate the ADG of each 30-d period.

Table 8 – Performance of heifers in each forage season submitted to different feed strategies on grazing systems

Season	Average daily gain, kg/d		
	No supplemented	Supplemented	Ideal
Rainy	0.525	0.600	0.850
RDT ¹	0.407	0.550	0.650
Dry	0.000	0.300	0.415
DRT ²	0.407	0.550	0.650

¹Rainy dry transition

²Dry rainy transition

The first simulation was built considering a heifer with 350 kg at the AI regardless of the feeding scenario. The weight at first conception was defined based on the recurrent ADG of crossbreed heifers on pasture systems. In this simulation, the age at conception decreases as the level of supplementation increases. Not-supplement and low-supplement heifers were bred 30 and 21 months later than heifers under ideal supplementation, respectively (Figure 8). As a result, as the supplementation level increases, heifers reach the AFC early, whereas in an ideal scenario would reach AFC with 26 months for Holstein × Gyr heifers. Furthermore, heifers in an ideal scenario would reach the target weight at calving of 503 kg, while not-supplemented and low-supplemented heifers would be calving with 424 kg and 478 kg, respectively (Figure 8). That represents only 84 and 95% of the target weight at calving, respectively. The lighter weight at calving of heifers is associated with lower milk production at first lactation (Ettema and Santos, 2004; Han et al., 2021). It's most likely the great majority of heifers raised in grazing systems in Brazil, who are known to calve later than expected (Freitas et al., 1980; McManus et al., 2011).

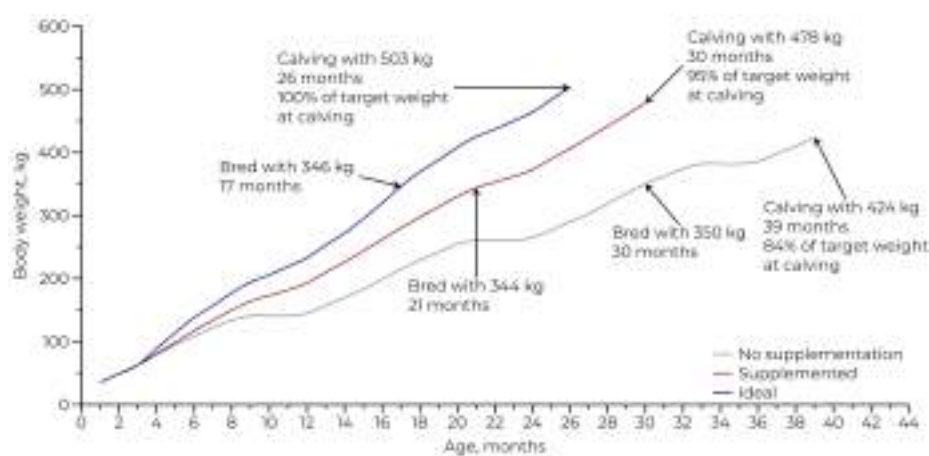


Figure 8 – Simulation of age at bred and calving as well as weight at calving when using a fixed weight at artificial insemination as a scenario.

In the second simulation, an ideal weight at calving of 503 kg was used to demonstrate the effect of the three feeding strategies on heifers' age at conception and calving. In this simulation, age and BW at conception decreases as the feeding strategy moves from no supplement to ideal supplementation (Figure 9). Compared to heifers with the ideal supplementation, not-supplemented and low-supplemented heifers take 13 and 14 months longer to achieve first calving, respectively, which may negatively impact the farm profitability. This scenario frequently impacts the herd structure, such as decreasing the number of lactating cows, which is highly correlated to dairy profitability. Furthermore, the increased number of replacement heifers in response to increased AFC would require additional costs with facilities, equipment, labor, and health medicament. Thus, nutritional strategies such as supplementation of heifers under grazing systems should be encouraged to increase the animal performance, decrease the number of replacement heifers, and decrease the AFC without impacting the productive potential.

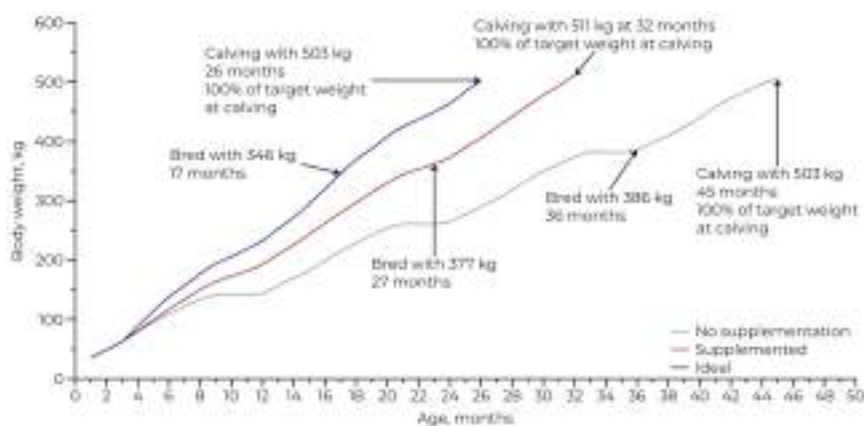


Figure 9 – Simulation of age at bred and calving and weight at calving when use fixed weight at first calving.

Based on the first simulation, an economic analysis was built to evaluate the impact of the low and ideal supplementation programs on profitability. In the simulation, only differences in age at breeding, expenditures with supplementation, and milk production 5% greater for heifers in the ideal scenario was considered. The feed condition considered was a Mombaça grass rotation system (summer) and chopped Capiacu (Winter), with supplementation of 0.50 and 0.65% of the heifer body weight for low and ideal scenarios, respectively. The herds were evolved for 10 years until the number of cows stabilized at around 550 cows using solver (Microsoft excel) to maximize farm profitability. Overall, the cost of raising a heifer was 28% greater in the lower supplementation scenario (\$1.030) compared with the ideal supplementation scenario (\$802). This result is associated with the additional cost with labor and facilities in the low supplementation scenario due to the increased number of heifers on feed due to late AFC (Table 9).

As a result, the operational milk cost was greater in the low supplementation (18.4 \$/cwt) than the ideal supplementation scenario (17.8 \$/cwt). A dairy under the ideal feed scenario showed 5x greater profitability than dairy in the supplemented scenario (Table 9). This greater profitability was driven by the greater profit by cow in the ideal supplementation than in low supplementation in response to the low operational milk cost (Table 9). In addition, the greater the number of heifers sold in the ideal scenario has also contributed to the better profitability (Table 9).

Table 9 – Dairy economics simulation of heifers rearing under low or ideal supplementation

Item	Supplementation		Difference (Low - Ideal)
	Low	Ideal	
Cost raising heifer, \$/heifer	1,030.4	802.2	228.1
Operational milk cost, \$/cwt	18.4	17.8	0.6
Annual profit, \$/year	32,679.5	170,900.3	(138,220.8)
Profit, \$/cow	57.7	309.8	(252.1)
Heifers, n	800.7	685.5	115.2
Heifers sold, n/21 days	4.6	5.4	(0.8)

Before considering supplement composition, it's crucial to know the pasture quality and intake in grazing systems. Dry matter intake is the essential metric associated with driver cattle performance (Waldo and Jorgensen). In dairy cattle, it is frequently estimated based on NDF intake or as a percentage of BW, which suggests between 1.2 to 1.3% of BW in NDF (NRC, 2001). Our results with grazing heifers suggest an NDF intake of 1.28% of BW regardless of breed or treatment (Machado et al., 2018, 2020), similar to that suggested by the NRC (2001). In Figure 10, we describe a step-by-step scheme to evaluate the necessity of supplementation.

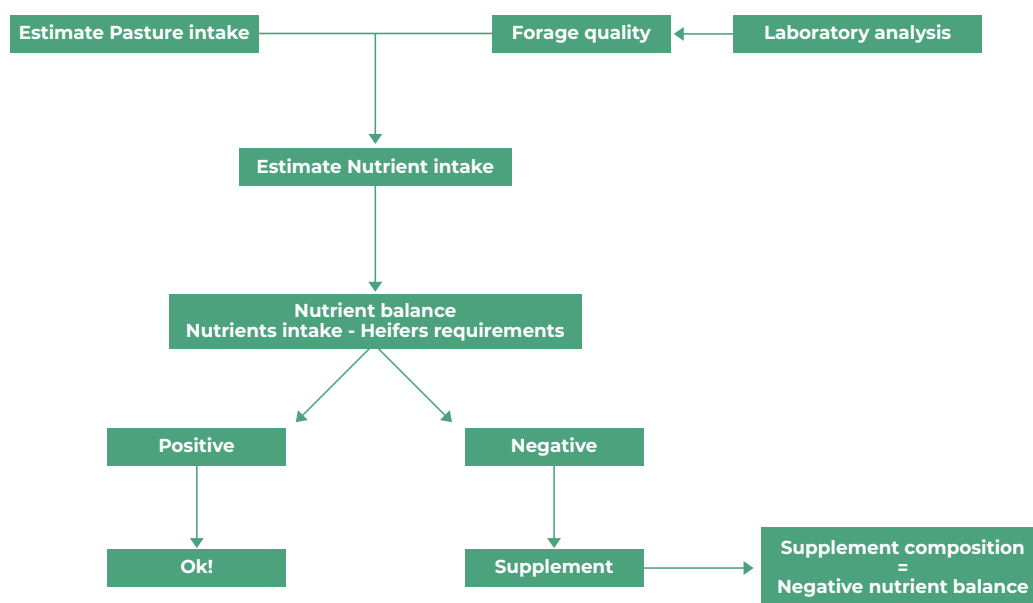


Figure 10 – Evaluation of supplementation necessity

The dry season is characterized by offering lower forage quality (lower fiber digestibility and CP) and quantity (Sampaio et al., 2010; Detmann et al., 2014). Thus, heifers typically maintain or lose BW when they are not supplemented in the dry season. For instance, in the study of Castro et al. (in preparation), grazing heifers had an ADG of 270 g/d in the dry season when fed only minerals as a supplement in a *Urocloa decumbens* rotative paddock system. Thus, nitrogen supplementation is prioritized to optimize microbiota growth and increase forage fiber digestion in the dry season (Souza et al., 2010; de Oliveira Franco et al., 2017). In the study of Castro, heifers supplemented with 12, 24, and 36% of CP in the supplement had ADG of 412, 416, and 310 g/d. Thus, positive responses to the performance of supplemented heifers were driven by greater nutrient intake and digestibility. Another alternative in the dry season is to manage heifers under temperate forages. For instance, Abreu et al. (2018) demonstrated that Holstein and Holstein x Gyr heifers grazing a consortium of black oats and ryegrass plus a partial TMR (5 kg/d of corn silage) had similar performance 1.1 and 1.0 kg/d, respectively. In that study, heifers were supplemented with 1 kg/d of ground corn and mineral *ad libitum*.

Studies evaluating the performance of heifers typically evaluate animals under specific seasons, whereas studies evaluating performance throughout the year are scarce in the literature. Castro et al. (in preparation) evaluated increasing supplement CP levels on the performance of Holstein x Gyr heifers grazing intensively managed *Urocloa decumbens* throughout the year. Heifers were fed a supplement containing 0, 12, 24, and 36 % CP at 5 g/kg BW. Experimental periods were divided into Spring, Summer, Fall, and Winter.

In that study, we observed the effects of treatment and season on the performance of heifers (Figure 11). Although the performance was either affected by treatment and season, no interactions were observed; therefore, ADG followed the same behavior among the treatments regardless of the season (Figure 11). The heifers had greater ADG in the Rainy and Dry-rainy transition seasons (0.550 vs. 0.471 kg/d). In addition, heifers of rainy-dry and dry-rainy transitions had similar ADG (0.390 vs. 0.471 kg/d), respectively. Further, heifers of rainy-dry transition and dry season had similar ADG (0.390 vs. 0.354 kg/d), respectively. It's interesting to note that supplemented heifers had greater ADG than no supplemented heifers regardless of the supplement CP percentage. In addition, the CP level in the supplement had a quadratic effect in the ADG, whereas heifers supplemented with 24% of CP in the supplement had the greater ADG (0.493 kg/d; Figure 11). A similar quadratic response of nitrogen supplementation on Holstein x Zebu crossbreed performance was obtained in the dry season in the study of Detmann et al. (2004). However, in the study of Detmann et al. (2004) a supplement of 20% CP promoted the greatest ADG among supplements with 12, 16, and 24% of CP. Therefore, it's impossible to determine the ideal CP supplement when evaluating only these two studies. However, the level of CP in the supplement can be defined by the difference between protein requirement and protein intake from forage and should be likely around 20-24% CP.

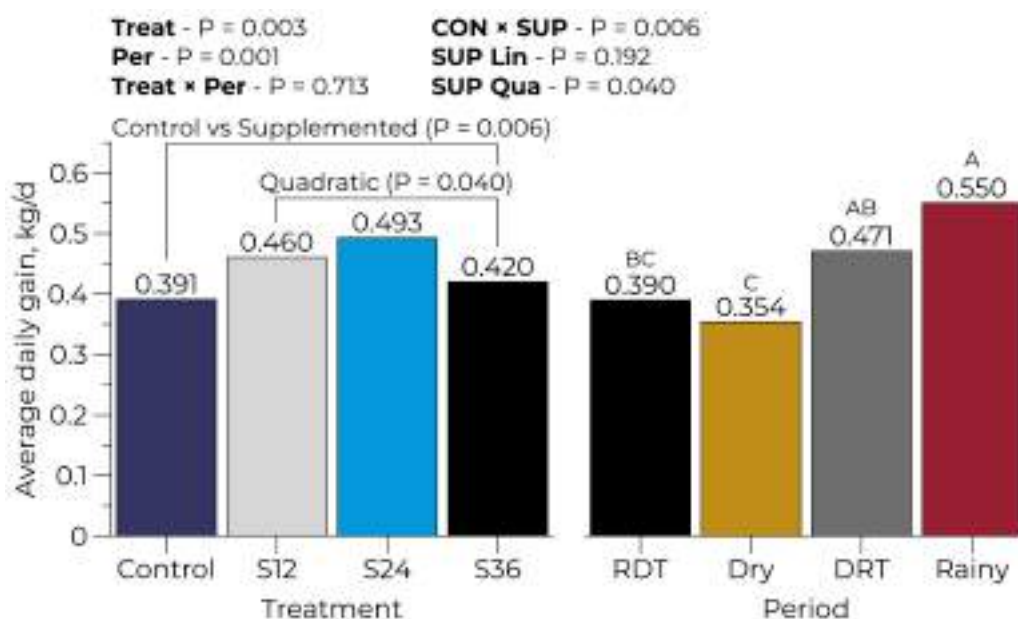


Figure 11 – Average daily gain (kg/day) of crossbred Holstein × Gyr non-supplemented (Control) or supplemented with 12 (S12), 24 (S24) or 36% (S36) of crude protein in supplement throughout seasons, rainy-dry transition (RDT), dry, dry rainy transition (DRT) and rainy.

In conclusion, the performance of heifers under grazing systems is affected by seasons, mainly due to changes in forage availability and quality throughout the year. Furthermore, these changes should be accounted for when developing supplementation strategies to optimize ADG regardless of the season. Overall,

heifers under an exclusively grazing feeding system would have greater age at first conception and calving than heifers under grazing plus supplementation. Additionally, heifers calving lighter than the target weight might have impaired performance due to higher growth requirements during the first lactation and improper mammary gland development. Lastly, cost-effective supplementation strategies must be evaluated before implementation, and our simulations indicate that increasing supplementation would lead to younger AFC and greater farm profitability.

5. Final remarks

Although replacement heifers are indeed recognized as essential to the replacement herd, they are still often neglected by the farmer. Unfortunately, it looks like this same behavior is also frequently repeated by the scientific community, which focuses the precision nutrition for calves and lactating cows. Therefore, although we see some published literature mentioning “precision nutrition” in their titles, there is little “precision” in most of those publications, and “precision” in the end means simply balancing the diets for energy, protein, and minerals. In this review, we tried to give one extra step in that approach, presenting recently on dry matter intake, protein, and starch nutrition for dairy heifers. Although it is hard to take any specific recommendations based on such little research, we could demonstrate that the new equations for estimating dry matter intake for heifers in the 40th Discover Conference are still not adequate for heifers raised in tropical conditions, likely linked to the diets we use. We also observed that an RDP:RUP ratio of 50:50 would enhance the performance of heifers without impacting the mammary gland development in Holsteins, but a high gain in Holstein × Gyr heifers might be detrimental to the mammary gland. Using high-starch levels for were beneficial to future lactating cows, especially regarding the preparation of the rumen condition of that future cows; however, some studies also showed a possible rumen hyperkeratosis when starch levels were too high and for too long. Thus, likely something between 15 and 20% would be the most recommended level for heifers, but we still need further research to confirm those recommendations. Lastly, we demonstrated that supplementing grazing heifers is essential to ensure early breeding and profitability of the dairy herd. Our research indicates that we should use 24% CP in the supplement, regardless of the season when animals are grazing an intensively managed *Brachiaria decumbens*.

References

- Abreu, M.B., F.P. Provazi, E.O. Gonzaga, M.I. Marcondes, and P.P. Rotta. 2019. Effects of phytoterapic supplementation on feeding behavior of Girolando heifers in grazing pasture. Pages 0–1. Simleite 2019, Vicosa, MG.
- Abreu, M.D.B., V. Carlos, L. Morais, T.R. Moreira, T.A. Silva, A.F. Machado, L.J. Junior, D. Oliveira, and M.I. Marcondes. 2018. Performance and Ingestive behavior of Holstein and Holstein x Gyr crossbred dairy heifers. Page, Goiania-GO.
- Aguilar, M., M.D. Hanigan, H.A. Tucker, B.L. Jones, S.K. Garbade, M.L. McGilliard, C.C. Stallings, K.F. Knowlton, and R.E. James. 2012. Cow and herd variation in milk urea nitrogen concentrations in lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 95:7261–7268. doi:10.3168/jds.2012-5582.
- Aguirre-Villegas, H.A., T.H. Passos-Fonseca, D.J. Reinemann, and R. Larson. 2017. Grazing intensity affects the environmental impact of dairy systems. *J. Dairy Sci.* 100:6804–6821. doi:10.3168/jds.2016-12325.
- Ahn, J.Y., D.Y. Kil, C. Kong, and B.G. Kim. 2014. Comparison of oven-drying methods for determination of moisture content in feed ingredients. *Asian-Australasian J. Anim. Sci.* 27:1615–1622. doi:10.5713/ajas.2014.14305.
- Albino, R.L., M.I. Marcondes, R.M. Akers, E. Detmann, B.C. Carvalho, and T.E. Silva. 2015. Mammary gland development of dairy heifers fed diets containing increasing levels of metabolisable protein: metabolisable energy. *J. Dairy Res.* 82:113–120. doi:10.1017/S0022029914000697.
- Albino, R.L., A.L. Sguizzato, K.M. Daniels, M.S. Duarte, M.M. Lopes, S.E.F. Guimarães, M.M.D.C.A. Weller, and M.I. Marcondes. 2017. Performance strategies affect mammary gland development in prepubertal heifers. *J. Dairy Sci.* 100:8033–8042. doi:10.3168/jds.2016-12489.
- Allen, M.S., and P. Piantoni. 2014. Carbohydrate Nutrition: Managing Energy Intake and Partitioning Through Lactation. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 30:577–597. doi:10.1016/j.cvfa.2014.07.004.
- Arriaga, H., M. Pinto, S. Calsamiglia, and P. Merino. 2009. Nutritional and management strategies on nitrogen and phosphorus use efficiency of lactating dairy cattle on commercial farms: An environmental perspective. *J. Dairy Sci.* 92:204–215. doi:10.3168/jds.2008-1304.
- Bahrami-Yekdangi, H., M. Khorvash, G.R. Ghorbani, M. Alikhani, R. Jahanian, and E. Kamalian. 2014. Effects of decreasing metabolizable protein and rumen-undegradable protein on milk production and composition and blood metabolites of Holstein dairy cows in early lactation. *J. Dairy Sci.* 97:3707–3714. doi:10.3168/jds.2013-6725.
- Bateki, C.A., and U. Dickhoefer. 2019. Predicting dry matter intake using conceptual models for cattle kept under tropical and subtropical conditions. *J. Anim. Sci.* 97:3727–3740. doi:https://doi.org/10.1093/jas/skz226.
- Berry, D.P., M.P. Coffey, J.E. Pryce, Y. de Haas, P. Løvendahl, N. Krattenmacher, J.J. Crowley, Z. Wang, D. Spurlock, K. Weigel, K. Macdonald, and R.F. Veerkamp. 2014. International genetic evaluations for feed intake in dairy cattle through the collation of data from multiple sources. *J. Dairy Sci.* 97:3894–3905. doi:10.3168/jds.2013-7548.

Broderick, G.A. 2003. Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 86:1370–1381. doi:10.3168/jds.S0022-0302(03)73721-7.

Broderick, G.A., A.P. Faciola, and L.E. Armentano. 2015. Replacing dietary soybean meal with canola meal improves production and efficiency of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 98:5672–5687. doi:10.3168/jds.2015-9563.

Cardoso, F.C., S.J. LeBlanc, M.R. Murphy, and J.K. Drackley. 2013. Prepartum nutritional strategy affects reproductive performance in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 96:5859–5871. doi:10.3168/jds.2013-6759.

Colmenero, J.J.O., and G.A. Broderick. 2006. Effect of dietary crude protein concentration on milk production and nitrogen utilization in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89:1704–1712. doi:10.3168/jds.s0022-0302(06)72238-x.

Dennis, S.M., M.J. Arambel, E.E. Bartley, and A.D. Dayton. 1983. Effect of Energy Concentration and Source of Nitrogen on Numbers and Types of Rumen Protozoa. *J. Dairy Sci.* 66:1248–1254. doi:10.3168/jds.S0022-0302(83)81931-6.

Detmann, E., M.F. Paulino, J.T. Zervoudakis, P.R. Cecon, S. de C. Valadares Filho, L.C. Gonçalves, L. da S. Cabral, and A.J.N. Melo. 2004. Níveis de proteína bruta em suplementos múltiplos para terminação de novilhos mestiços em pastejo durante a época seca: desempenho produtivo e características de carcaça. *Rev. Bras. Zootec.* 33:169–180. doi:10.1590/S1516-35982004000100021.

Detmann, E., É.E.L. Valente, E.D. Batista, and P. Huhtanen. 2014. An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. *Livest. Sci.* 162:141–153. doi:10.1016/j.livsci.2014.01.029.

Ding, L.M., G.J. Lascano, and A.J. Heinrichs. 2015. Effect of precision feeding high-and low-quality forage with different rumen protein degradability levels on nutrient utilization by dairy heifers. *J. Anim. Sci.* 93:3066–3075. doi:10.2527/jas.2014-8260.

Dirksen, G.U., H.G. Liebich, and E. Mayer. 1985. Adaptive changes of the ruminal mucosa and their functional and clinical significance. *Bov. Pract.* 20:116–120.

Erickson, P.S., and K.F. Kalscheur. 2020. Nutrition and feeding of dairy cattle.

Ettema, J.F., and J.E.P. Santos. 2004. Impact of Age at Calving on Lactation, Reproduction, Health, and Income in First-Parity Holsteins on Commercial Farms. *J. Dairy Sci.* 87:2730–2742. doi:10.3168/JDS.S0022-0302(04)73400-1.

Ferraretto, L.F., P.M. Crump, and R.D. Shaver. 2013. Effect of cereal grain type and corn grain harvesting and processing methods on intake, digestion, and milk production by dairy cows through a meta-analysis. *J. Dairy Sci.* 96:533–550. doi:10.3168/jds.2012-5932.

Figueiras, J.F., E. Detmann, M.O. Franco, E.D. Batista, W.L.S. Reis, M.F. Paulino, and S.C. Valadares Filho. 2016. Effects of Supplements with Different Protein Contents on Nutritional Performance of Grazing Cattle During the Rainy Season. *Asian-Australasian J. Anim. Sci.* 29:1710–1718. doi:10.5713/ajas.16.0125.

Firkins, J.L. 2006. Starch digestibility of corn — Silage and grain. Pages 107 – 119 in *Proc.Tri-State Nutr. Conf.*, Ft.

Freitas, A.F., F.H. Madalena, and M.L. Martinez. 1980. Age at first calving and calving interval of Holstein-Friesian and crossbred Holstein-Friesian. *Pesqui. Agropecuária Bras.* 15:101–105.

Gabler, M.T., P.R. Tozer, and A.J. Heinrichs. 2000. Development of a cost analysis spreadsheet for calculating the costs to raise a replacement dairy heifer. *J Dairy Sci* 83:1104–1109. doi:10.3168/jds.S0022-0302(00)74975-7.

González, L.A., I. Kyriazakis, and L.O. Tedeschi. 2018a. Review: Precision nutrition of ruminants: approaches, challenges and potential gains. *Animal* 12:s246–s261. doi:10.1017/S1751731118002288.

González, L.A., I. Kyruazakis, and L.O. Tedeschi. 2018b. Review: Precision nutrition of ruminants: approaches, challenges and potencial goals. *Animal* 12:246–261.

Haas, Y., J.E. Pryce, M.P.L. Calus, E. Wall, D.P. Berry, P. Løvendahl, N. Krattenmacher, F. Miglior, K. Weigel, D. Spurlock, K.A. Macdonald, B. Hulsegge, and R.F. Veerkamp. 2015. Genomic prediction of dry matter intake in dairy cattle from an international data set consisting of research herds in Europe, North America, and Australasia. *J. Dairy Sci.* 98:6522–6534. doi:10.3168/jds.2014-9257.

Haisan, J., Y. Inabu, W. Shi, and M. Oba. 2019. Effects of feeding a high- or moderate-starch prepartum diet to cows on newborn dairy heifer calf responses to intravenous glucose tolerance tests early in life. *J. Dairy Sci.* 102:8931–8940. doi:10.3168/jds.2018-16226.

Han, L., A.J. Heinrichs, A. De Vries, and C.D. Dechow. 2021. Relationship of body weight at first calving with milk yield and herd life. *J. Dairy Sci.* 104:397–404. doi:10.3168/jds.2020-19214.

Heinrichs, A.J., G.I. Zanton, G.J. Lascano, and C.M. Jones. 2017. A 100-Year Review: A century of dairy heifer research. *J. Dairy Sci.* 100:10173–10188. doi:10.3168/jds.2017-12998.

Hill, T.M., H.G. Bateman, J.D. Quigley, J.M. Aldrich, R.L. Schlotterbeck, and A.J. Heinrichs. 2013. REVIEW: New information on the protein requirements and diet formulation for dairy calves and heifers since the Dairy NRC 2001. *Prof. Anim. Sci.* 29:199–207. doi:10.15232/S1080-7446(15)30225-4.

Hoffman, P.C., C.R. Simson, and M. Wattiaux. 2007. Limit feeding of gravid holstein heifers: Effect on growth, manure nutrient excretion, and subsequent early lactation performance. *J. Dairy Sci.* 90:946–954. doi:10.3168/jds.S0022-0302(07)71578-3.

Huhtanen, P., and A.N. Hristov. 2009. A meta-analysis of the effects of dietary protein concentration and degradability on milk protein yield and milk n efficiency in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92:3222–3232. doi:10.3168/jds.2008-1352.

Hutchison, J.L., P.M. VanRaden, D.J. Null, J.B. Cole, and D.M. Bickhart. 2017. Genomic evaluation of age at first calving. *J. Dairy Sci.* 100:6853–6861. doi:10.3168/jds.2016-12060.

Janovick, N.A., and J.K. Drackley. 2010. Prepartum dietary management of energy intake affects postpartum intake and lactation performance by primiparous and multiparous Holstein cows¹. *J. Dairy Sci.* 93:3086–3102. doi:10.3168/jds.2009-2656.

Jonker, J.S., R.A. Kohn, and J. High. 2002. Dairy herd management practices that impact nitrogen utilization efficiency. *J. Dairy Sci.* 85:1218–1226. doi:10.3168/jds.S0022-0302(02)74185-4.

Katongole, C.B., and T. Yan. 2020. Effect of Varying Dietary Crude Protein Level on Feed Intake, Nutrient Digestibility, Milk Production, and Nitrogen Use Efficiency by Lactating Holstein-Friesian Cows. *Animals* 10:1–14.

Koch, L.E., N.A. Gomez, A. Bowyer, and G.J. Lascano. 2017. Precision-feeding dairy heifers a high rumen-undegradable protein diet with different proportions of dietary fiber and forage-to-concentrate ratios. *J. Anim. Sci.* 95:5617–5628. doi:10.2527/jas2017.1974.

Lascano, G.J., and A.J. Heinrichs. 2009. Rumen fermentation pattern of dairy heifers fed restricted amounts of low, medium, and high concentrate diets without and with yeast culture. *Livest. Sci.* 124:48–57. doi:10.1016/j.livsci.2008.12.007.

Lascano, G.J., A.J. Heinrichs, and J.M. Tricarico. 2012. Substitution of starch by soluble fiber and *Saccharomyces cerevisiae* dose response on nutrient digestion and blood metabolites for precision-fed dairy heifers¹. *J. Dairy Sci.* 95:3298–3309. doi:10.3168/jds.2011-5047.

Lascano, G.J., L.E. Koch, and A.J. Heinrichs. 2016. Precision-feeding dairy heifers a high rumen-degradable protein diet with different proportions of dietary fiber and forage-to-concentrate ratios. *J. Dairy Sci.* 99:7175–7190. doi:10.3168/jds.2016-11190.

Li, B., W.F. Fikse, J. Lassen, M.H. Lidauer, P. Løvendahl, P. Mäntysaari, and B. Berglund. 2016. Genetic parameters for dry matter intake in primiparous Holstein, Nordic Red, and Jersey cows in the first half of lactation. *J. Dairy Sci.* 99:7232–7239. doi:10.3168/jds.2015-10669.

Liu, K., J. Shen, Y. Cao, C. Cai, and J. Yao. 2018. Duodenal infusions of isoleucine influence pancreatic exocrine function in dairy heifers. *Arch. Anim. Nutr.* 72:31–41. doi:10.1080/1745039X.2017.1396144.

Lohakare, J.D., K.H. Südekum, and A.K. Pattanaik. 2012. Nutrition-induced changes of growth from birth to first calving and its impact on mammary development and first-lactation milk yield in dairy heifers: A review. *Asian-Australasian J. Anim. Sci.* 25:1338–1350. doi:10.5713/ajas.2012.12282.

Machado, A.F., S.E.F. Guimarães, J.D. Guimarães, G.M. Santos, A.L. Silva, Y.F.R.S. Silva, D.S. Lollobrigida Netto, P.V.F. Correa, and M.I. Marcondes. 2020. Effect of protein supplement level on the productive and reproductive parameters of replacement heifers managed in intensive grazing systems. *PLoS One* 15:e0239786. doi:10.1371/journal.pone.0239786.

Machado, W. da S., M.I. Marcondes, M.S. Duarte, J.T. Zervoudakis, and E. Detmann. 2018. Supplementation strategies affect performance of grazing Holstein heifers. Federal University of Viçosa,.

Machado, W.S., V.L.N. Brandao, V.C.L. Morais, E. Detmann, P.P. Rotta, and M.I. Marcondes. 2019. Supplementation strategies affect the feed intake and performance of grazing replacement heifers. *PLoS One* 14:e0221651. doi:10.1371/journal.pone.0221651.

Mc Namara, S., F.P. O'Mara, M. Rath, and J.J. Murphy. 2003. Effects of different transition diets on dry matter intake, milk production, and milk composition in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 86:2397–2408. doi:10.3168/jds.S0022-0302(03)73834-X.

McManus, C., H. Louvandini, H.C. Carneiro, P.R.M. Lima, and J.B. Neto. 2011. Production indices for dual purpose cattle in central Brazil. *Rev. Bras. Zootec.* 40:1576–1586. doi:10.1590/S1516-35982011000700025.

Meyer, M.J., A. V. Capuco, D.A. Ross, L.M. Lintault, and M.E. Van Amburgh. 2006. Developmental and nutritional regulation of the prepubertal heifer mammary gland: I. Parenchyma and fat pad mass and composition. *J. Dairy Sci.* 89:4289–4297. doi:10.3168/jds.S0022-0302(06)72475-4.

Moody, M.L., G.I. Zanton, J.M. Daubert, and A.J. Heinrichs. 2007. Nutrient utilization of differing forage-to-concentrate ratios by growing Holstein Heifers. *J. Dairy Sci.* 90:5580–5586. doi:10.3168/jds.2007-0570.

Morais, V.C.L., D.F.Q. Villanova, M.M.D. Castro, T.R. Moreira, T.A.S. Diniz, M.B. Abreu, P.V.F. Correa, and P.P. Rotta. 2018. Desempenho de novilhas Holandesas e Girolando em pastagem de mombaça (*Panicum maximum*) e de novilhas confinadas. Pages 1–6. *ZootecniaBrazil*, Goiania-GO. Brazil.

NRC. 2001a. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th ed. and M. National Academies of Sciences, Engineering, ed. The National Academies Press, Washington, DC.

NRC. 2001b. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th rev. ed. National Academies Press, Washington, DC.

Oliveira, A.S., and V.B. Ferreira. 2016. Prediction of intake in growing dairy heifers under tropical conditions. *J. Dairy Sci.* 99:1103–1110. doi:10.3168/jds.2015-9638.

Oliveira Filho, C.A.A., F.S. Machado, A.L. Ferreira, T.R. Tomich, R.M. Maurício, M.M. Campos, C.F.P.G. da Silva, J.A.C. de Azevêdo, and L.G.R. Pereira. 2018. Nutritional plans on the intake, digestibility, and performance of dairy heifers of different breed compositions. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 53:247–255. doi:10.1590/S0100-204X2018000200014.

de Oliveira Franco, M., E. Detmann, S. de Campos Valadares Filho, E.D. Batista, L.M. de Almeida Rufino, M. Medrado Barbosa, and A.R. Lopes. 2017. Intake, digestibility, and rumen and metabolic characteristics of cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogen and different levels of starch. *Asian-Australas J Anim Sci* 30:797–803. doi:10.5713/ajas.16.0629.

Piantoni, P., K.M. Daniels, R.E. Everts, S.L. Rodriguez-Zas, H.A. Lewin, W.L. Hurley, R.M. Akers, and J.J. Looor. 2012. Level of nutrient intake affects mammary gland gene expression profiles in preweaned Holstein heifers. *J. Dairy Sci.* 95:2550–2561. doi:10.3168/jds.2011-4539.

Pino, F., and A.J. Heinrichs. 2016. Effect of trace minerals and starch on digestibility and rumen fermentation in diets for dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 99:2797–2810. doi:10.3168/jds.2015-10034.

Powell, J.M., D.B. Jackson-Smith, D.F. McCrory, H. Saam, and M. Mariola. 2006. Validation of feed and manure data collected on Wisconsin dairy farms. *J. Dairy Sci.* 89:2268–2278. doi:10.3168/jds.S0022-0302(06)72298-6.

Radcliff, R.P., M.J. Vandehaar, L.T. Chapin, T.E. Pilbeam, D.K. Beede, E.P. Stanisiewski, and H.A. Tucker. 2000. Effects of Diet and Injection of Bovine Somatotropin on Prepubertal Growth and First-Lactation Milk Yields of Holstein Cows. *J. Dairy Sci.* 83:23–29. doi:10.3168/jds.S0022-0302(00)74850-8.

Rugoho, I., G. Edwards, and D. Pacheco. 2019. Plasma amino acid profiles of dairy heifers grazing pasture, chicory and plantain.

Sampaio, C.B., E. Detmann, M.F. Paulino, S.C.V. Filho, M.A. de Souza, I. Lazzarini, P. V. Rodrigues Paulino, and A.C. de Queiroz. 2010. Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. *Trop. Anim. Health Prod.* 42:1471–1479. doi:10.1007/s11250-010-9581-7.

Sejrsen, K., J.T. Huber, H.A. Tucker, and R.M. Akers. 1982. Influence of Nutrition on Mammary Development in Pre- and Postpubertal Heifers. *J. Dairy Sci.* 65:793–800.

Seymour, D.J., A. Cánovas, C.F. Baes, T.C.S. Chud, V.R. Osborne, J.P. Cant, L.F. Brito, B. Gredler-Grandl, R. Finocchiaro, R.F. Veerkamp, Y. de Haas, and F. Miglior. 2019. Invited review: Determination of large-scale individual dry matter intake phenotypes in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 102:7655–7663. doi:10.3168/jds.2019-16454.

Silva, A.L., E. Detmann, J. Dijkstra, A.M. Pedroso, L.H.P. Silva, A.F. Machado, F.C. Sousa, G.B. dos Santos, and M.I. Marcondes. 2018a. Effects of rumen-undegradable protein on intake, performance, and mammary gland development in prepubertal and pubertal dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 101:5991–6001. doi:10.3168/jds.2017-13230.

Silva, A.L., E. Detmann, L.N. Rennó, A.M. Pedroso, M.M.S. Fontes, V.C. Morais, A.L.L. Sguizzato, M.B. Abreu, P.P. Rotta, and M.I. Marcondes. 2018b. Effects of rumen undegradable protein on intake, digestibility and rumen kinetics and fermentation characteristics of dairy heifers. *Anim. Feed Sci. Technol.* 244:1–10. doi:10.1016/j.anifeedsci.2018.07.019.

Silva, A.L., M.I. Marcondes, and M.M.D. Castro. 2015. Exigências Nutricionais De Bezerras E Novilhas Leiteiras Em Condições Tropicais. Pages 217–254 in *V SIMLEITE - 3rd International Symposium of Dairy Cattle and 5th National Symposium of Dairy Cattle*.

Silva, F.A.S., S.C. Valadares Filho, L.N. Rennó, D. Zanetti, L.F. Costa e Silva, L.A. Godoi, J.M.P. Vieira, A.C.B. Menezes, P. Pucetti, and P.P. Rotta. 2018c. Energy and protein requirements for growth of Holstein × Gyr heifers. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl)*. 102:82–93. doi:10.1111/jpn.12661.

Souza, M.A., E. Detmann, M.F. Paulino, C.B. Sampaio, Í. Lazzarini, and S.C.V. Filho. 2010. Intake, digestibility and rumen dynamics of neutral detergent fibre in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogen and/or starch. *Trop. Anim. Health Prod.* 42:1299–1310. doi:10.1007/s11250-010-9566-6.

Souza, M.C., A.S. Oliveira, C.V. Araújo, A.F. Brito, R.M.A. Teixeira, E.H.B.K. Moares, and D.C. Moura. 2014. Short communication: Prediction of intake in dairy cows under tropical conditions. *J. Dairy Sci.* 97:3845–3854. doi:10.3168/jds.2013-7652.

Tebbe, A.W., M.J. Faulkner, and W.P. Weiss. 2017. Effect of partitioning the nonfiber carbohydrate fraction and neutral detergent fiber method on digestibility of carbohydrates by dairy cows. *J. Dairy Sci.* 100:6218–6228. doi:10.3168/jds.2017-12719.

Waldo, D.R., and N.A. Jorgensen. Forages for High Animal Production: Nutritional Factors and Effects of Conservation. *J. Dairy Sci.* 64:1207–1229. doi:10.3168/jds.S0022-0302(81)82697-5.

Weller, M.M.D.C.A., R.L. Albino, M.I. Marcondes, W. Silva, K.M. Daniels, M.M. Campos, M.S. Duarte, M.L. Mescouto, F.F. Silva, and S.E.F. Guimarães. 2016. Effects of nutrient intake level on mammary parenchyma growth and gene expression in crossbred (Holstein × Gyr) prepubertal heifers. *J. Dairy Sci.* 99:9962–9973. doi:10.3168/jds.2016-11532.

Williams, K.T., K.A. Weigel, W.K. Coblenz, N.M. Esser, H. Schlessler, P.C. Hoffman, H. Su, and M.S. Akins. 2021. In review: Effect of diet energy level and genomic residual feed intake on bred Holstein dairy heifer growth and feed efficiency. *J. Dairy Sci.*

Zanton, G., and J. Heinrichs. 2008. Precision Feeding Dairy Heifers: Strategies and Recommendations. Pages 1–11.

Zanton, G.I., and A.J. Heinrichs. 2007. The effects of controlled feeding of a high-forage or high-concentrate ration on heifer growth and first-lactation milk production. *J. Dairy Sci.* 90:3388–3396. doi:10.3168/jds.2007-0041.

Zanton, G.I., and A.J. Heinrichs. 2010. Short communication: Analysis of milk yield and composition for dairy heifers limit-fed lower forage diets during the rearing period. *J. Dairy Sci.* 93:4730–4734. doi:10.3168/jds.2010-3337.

Zhang, B., C. Wang, H. Liu, J. Liu, and H. Liu. 2017. Effects of dietary protein level on growth performance and nitrogen excretion of dairy heifers.

Atualizações sobre o uso da dieta acidogênica para vacas leiteiras

*Prof. Dr. Rodrigo de Almeida¹
Mestrando Josué Teófilo Ramos de Carvalho²
Grad. Med. Vet. Julia Maria Ebeling³*

1. Hipocalcemia

A hipocalcemia é uma enfermidade metabólico-nutricional que ocorre em vacas leiteiras em torno do parto, devido a incapacidade de o organismo manter a concentração plasmática de **cálcio**. **O parto** traz muitas alterações no organismo do animal, como a mobilização de cálcio para a mineralização do esqueleto do feto, síntese de colostro e produção de leite da vaca. Com isso, as concentrações de cálcio no organismo acabam estando abaixo do ideal (CHARBONNEAU et al., 2006; LEAN et al., 2006).

Esta doença pode se apresentar de duas formas: a clínica e a subclínica, podendo ser classificadas de acordo com as concentrações de cálcio sérico total (tCa). São categorizadas como vacas sadias (normocalcêmicas), aquelas que possuem concentrações de tCa superiores a 8,6 mg/dL (MARTINEZ et al., 2012). Valores abaixo de 8,6 até 5,5 mg/dL indicam a ocorrência de hipocalcemia subclínica (HSC); já a forma clínica (HC) **é** caracterizada pela concentração de tCa inferior a 5,5 mg/dL (GOFF, 2014). Em relação a concentração de Ca ionizável (iCa) uma vaca adulta tipicamente contém entre 50 e 55% de Ca ionizável (OETZEL et al., 1988).

A incidência da hipocalcemia subclínica em rebanhos leiteiros é bastante alta, particularmente nos rebanhos mais produtivos. Nosso Grupo do Leite da UFPR monitorou a incidência de HSC em diversos experimentos conduzidos em rebanhos comerciais na última década, com quase 1700 animais monitorados. Tipicamente a incidência de HSC tem ficado um pouco acima de 50%. Estes números são altos, mas parece que nem toda HSC é prejudicial, pois muitas vezes animais hipocalcêmicos produzem mais leite que vacas normocalcêmicas, e não necessariamente estas vacas hipocalcêmicas têm maiores incidências de enfermidades associadas.

A fim de classificar os tipos de HSC, McART e NEVES (2020) mensuraram a concentração plasmática de cálcio total (tCa) nos quatro primeiros dias de lactação e sugeriram a seguinte classificação: vacas normocalcêmicas, com níveis normais de tCa nos dias 1 e 4 pós-parto; HSC transitória, com concentrações reduzidas de tCa somente no dia 1, mas concentrações restabelecidas no dia 4; HSC atrasada,

1 Universidade Federal do Paraná - Curitiba - PR

2 Universidade Federal do Paraná - Curitiba - PR

3 Universidade Federal do Paraná Curitiba - PR

com concentrações normais de tCa no dia 1, mas baixas concentrações de tCa no dia 4; e HSC persistente, com baixas concentrações de tCa nos dias 1 e 4.

Nesse estudo observacional de McART e NEVES (2020), a produção de leite foi maior nas vacas categorizadas como HSC transitórias, e a incidência de enfermidades nestas vacas não foi maior do que a observada nas vacas normocalcêmicas. Já as vacas classificadas como hipocalcêmicas atrasadas e persistentes apresentaram produções de leite mais modestas, além de apresentarem mais enfermidades. Esta classificação também pode ser usada nas primíparas recém-paridas, só que neste caso sugere-se monitorar o 1º e o 2º dia pós-parto (e não o 1º e o 4º como nas múltíparas).

2. Dietas Acidogênicas

A hipocalcemia em vacas leiteiras no pós-parto imediato é bem conhecida pela indústria leiteira (BLOCK, 1984; ERB e GROHN, 1988; OETZEL et al., 1988; BEEDE et al., 1991; OETZEL et al., 1991; BLOCK, 1994). Todavia, até o início dos anos 1980 se utilizava como ferramenta de prevenção da hipocalcemia a diminuição nas concentrações de cálcio e fósforo dietéticos no período pré-parto, objetivando o incremento nas concentrações sanguíneas de vitamina D na sua forma ativa (calcitriol) e paratohormônio (PTH). O problema é que esta estratégia nem sempre resultava em aumento dos níveis de PTH circulante com vistas a uma maior absorção ativa do cálcio no intestino, modificando os mecanismos de reabsorção óssea (CAVALIERI e SANTOS, 2003).

Diante disso, a busca por estratégias mais eficientes para a prevenção da hipocalcemia motivou pesquisadores a estudarem técnicas envolvendo os processos metabólicos e manejo dos animais, com fácil implantação e economicamente viável. A capacidade de redução da incidência da hipocalcemia com a adição de dietas acidogênicas foi descrita pela primeira vez por ENDER e DISHINGTON em 1970. Esses pesquisadores europeus observaram uma redução na taxa de incidência de hipocalcemia clínica após a utilização de silagens de capim tratadas com ácido. Pouco tempo depois, eles mostraram que vários sais aniônicos dietéticos foram efetivos para estimular o aumento de Ca no sangue (BEEDE e SHIRE, 2013).

BLOCK (1984) introduziu a teoria do equilíbrio de cátions e ânions na dieta para vacas no período de transição na América do Norte. Hoje, esta estratégia é comumente conhecida como diferença catiônica-aniônica da dieta (DCAD), que aborda mais especificamente o cálculo de DCAD na formulação de dietas de vacas no pré-parto.

Os efeitos da acidose ou alcalose metabólica resultam da carga elétrica dos fluidos biológicos devido ao predomínio dos ânions (acidose) ou dos cátions (alcalose) entrando no sangue. A mudança na carga elétrica do sangue resulta

em transferência dos íons H⁺ e alteração no pH sanguíneo, isto é, equilíbrio ácido-base (GOFF, 2008). O pH do sangue é rigorosamente regulado dentro de um intervalo fisiológico estreito, mantendo o pH do sangue arterial entre 7,35 a 7,45, enquanto que o pH do sangue venoso é ligeiramente inferior aos valores acima (NAGY et al., 2001).

Os cátions dietéticos relevantes são o sódio, potássio, cálcio e magnésio; os ânions são os cloretos, enxofre e fósforo. Entre estes, os cátions sódio e potássio e os ânions enxofre e cloreto exercem um forte efeito iônico no equilíbrio ácido-base e são denominados como “íons fortes” (OETZEL, 2017).

O objetivo da implementação do uso da DCAD negativa na dieta do pré-parto é reduzir a intensidade ou a duração da hipocalcemia, como resultado da indução de algum grau de acidose metabólica. Esta estratégia visa restaurar a sensibilidade dos tecidos à estimulação do PTH, reduzida durante o estado de alcalose (GOFF et al., 2014).

Dessa forma, as dietas acidogênicas promovem a mobilização óssea (reabsorção osteoclástica), uma vez que os ossos (juntamente com os rins) atuam como um amortecedor contra a acidose sistêmica excessiva. Além disso, dietas com baixa DCAD aumentam a quantidade de 1,25-dihidroxi vitamina D₃ produzida por unidade de aumento do PTH. Isso aumenta a reabsorção óssea osteoclástica, que provavelmente é o efeito calciotrópico mais importante das dietas ácidas (GOFF et al., 2014), e esta vitamina D ativa, também aumenta a absorção intestinal de cálcio (GOFF et al., 1991).

Embora a redução da DCAD através da remoção de cátions seja eficaz na prevenção da hipocalcemia, há a dificuldade de utilização de dietas com baixo potássio, principalmente pelo uso agrônômico desse elemento na cultura de forragens cultivadas em grande escala. A alternativa para baixar a DCAD de dietas pré-parto é então fornecer sais aniônicos na alimentação dos animais (MgSO₄, MgCl₂, NH₄Cl, (NH₄)₂SO₄, CaCl₂ e CaSO₄) ou produtos especificamente formulados para fornecer DCAD baixo ou negativo (DEGROT et al., 2010).

A manipulação da diferença entre cátions e ânions na dieta em ruminantes não resulta em mudanças visíveis no pH sanguíneo, porque há uma compensação tanto pelos rins como pelos ossos na manutenção da normalidade de seu pH. Por exemplo, dietas fortemente aniônicas são acidogênicas, mas o pH permanece constante porque o pH urinário é reduzido de 8,0 para cerca de 7,5. Da mesma forma, as dietas catiônicas são alcalogênicas, mas têm pouco efeito sobre o pH do sangue porque a urina se torna mais alcalina (OETZEL, 2017).

Várias equações foram sugeridas para o cálculo da DCAD, sendo: **DCAD = (Na + K) - (Cl + S)**, citada por ENDER et al. (1962) e utilizada por BLOCK (1984), a mais comumente utilizada.

Segundo LEAN et al. (2006), apesar de simples, a equação acima é a que

melhor reflete os resultados de baixa DCAD com baixa incidência de hipocalcemia clínica (HC). Estes autores ainda destacam que a inclusão do cálcio, magnésio e fósforo nas equações da DCAD para prever a HC é questionável e não trazem benefícios relevantes. Exemplificam com o magnésio, que apesar de ser um cátion, o incremento da sua concentração na dieta reduz o risco de HC. O DCAD calculado tipicamente é expresso em mEq/100g de MS; se houver necessidade de expressar o valor em mEq/kg de MS, basta multiplicar o valor encontrado por 10.

Alguns pontos importantes sobre as dietas aniônicas no pré-parto:

- Baixo DCAD está associado com baixo risco de HC (LEAN et al., 2006; DEGROOT et al., 2010; LENO et al., 2017);
- A DCAD entre -5 a -15 mEq/100g de MS está correlacionada com melhor resposta na saúde da vaca no período de pré e pós-parto (MOORE et al., 2000; RAMOS-NIEVES et al., 2009; DEGROOT et al., 2010; LENO et al., 2017);
- A utilização de 21 dias de duração do período de suplementação acidogênica no pré-parto têm maiores benefícios produtivos e reprodutivos em comparação com 42 dias de suplementação (LOPERA et al., 2018);
- Comparando vacas que receberam ou não dieta acidogênica no pré-parto, observaram que as que não consumiram essa dieta apresentaram declínio do cálcio sérico dias antes do grupo que consumiu (DEGROOT et al., 2010);
- Dietas aniônicas promovem o incremento de ingestão de MS no pós-parto em múltiparas. Nas primíparas não foi observado efeito negativo (nem positivo) no consumo de MS no pós-parto (DEGARIS e LEAN, 2006; DEGROOT et al., 2010; LENO et al., 2017);
- O baixo consumo de matéria seca no pré-parto está associado à acidose metabólica compensada, e não na utilização de um suplemento acidogênico ou palatabilidade da dieta (ZIMPEL et al., 2018);
- Dietas aniônicas incrementam a produção de leite em vacas múltiparas (DEGROOT et al., 2010; LENO et al., 2017).

Assim, a manipulação sobre a composição de minerais no pré-parto pode resultar na redução efetiva da hipocalcemia (DEGARIS e LEAN, 2008; GOFF, 2015), e as seguintes recomendações são sugeridas: escolher forragens com menores concentrações de K e se a forragem tiver moderado K, ajustar a inclusão de sais aniônicos na dieta. Quanto ao consumo de minerais (valores em % da MS), os seguintes valores são sugeridos: K – abaixo de 1,2%; Ca – consumo entre 0,85 a 1,0%; Mg – 0,35 a 0,40%; P – 0,4% ou < 35 g/dia; Na – 0,12%; S – entre 0,22 a 0,4%; Cl – 0,5% a menos que o K para prevenir a hipocalcemia subclínica. Por exemplo, para a dieta com K em 1,5%, a concentração de Cl deveria ser de 1,0% para neutralizar o efeito do K.

Como já discutido, LEAN et al. (2006) demonstraram que o uso de dietas com alto cálcio (1,1 a 1,5% na MS) eleva o risco de incidência da hipocalcemia, não sendo dessa forma recomendado o seu uso. Para animais recebendo dieta aniônica, HORST et al. (1997) sugeriram um fornecimento > 100 g de Ca/dia, para compensar a elevação de sua excreção via urina. Mais recentemente na meta-análise de SANTOS et al. (2019) foi demonstrado que com a suplementação de dietas acidogênicas, o nível dietético de Ca no pré-parto é irrelevante.

3. Novilhas devem ser suplementadas com dietas acidogênicas no pré-parto?

Fêmeas nulíparas nas semanas que antecedem seu primeiro parto apresentam requerimentos nutricionais diferenciados das vacas secas. O alojamento comum para novilhas e vacas cria um desafio para nutricionistas que utilizam como estratégia a inclusão de sais acidogênicos para modificar a DCAD. Como já explicado, os sais aniônicos são usados para diminuir a DCAD, para auxiliar na prevenção da hipocalcemia através do aumento da mobilização do Ca a partir da matriz óssea e aumento da absorção de Ca do intestino. Um ponto importante sobre as novilhas de 1º parto é que estas apresentam (ou deveriam apresentar) 80-85% do peso corporal adulto (NRC, 2001), de modo que o crescimento ósseo e a remodelação ainda estão ocorrendo, tornando o cálcio ósseo mais prontamente disponível.

Para comprovar a viabilidade de utilização de dietas acidogênicas no pré-parto para novilhas, pesquisadores do Estado de Michigan, EUA, suplementaram dietas pré-parto de vacas e nulíparas contendo sais aniônicos para obter DCAD de +15, 0 e -15 mEq/100 g de MS. O consumo de MS pré-parto, o balanço energético e os ganhos de peso corporal foram menores e a concentração de triglicerídeos no fígado foi maior para as novilhas, mas não para as vacas alimentadas com a dieta DCAD de -15 mEq/100g de MS. Os autores concluíram que as novilhas não precisam ser alimentadas com sais acidogênicos antes do parto, pois mantiveram a homeostase do cálcio durante o período de transição independentemente do DCAD dietético, mas consumiram menos MS quando alimentados com -15 mEq/100g de MS de DCAD (MOORE et al., 2000).

Em um estudo recente, ZIMPEL et al. (2021) avaliaram o efeito de três níveis de DCAD (+20,0, -5,0 e -15,0 mEq/100g de MS) sendo oferecido nos últimos 22 dias de gestação para 132 nulíparas da raça Holandês. Eles concluíram que não houve efeito da DCAD na produção e composição de colostro, desempenho produtivo nas primeiras 14 semanas de lactação e na produção de leite acumulada nos 305 dias de lactação. Porém os autores observaram um pequeno benefício no desempenho reprodutivo dos animais suplementados com dietas de DCAD negativo, com uma maior proporção de animais gestantes em 305 dias para o grupo de animais tratados com DCAD de -15 mEq/100g de MS (ZIMPEL et al., 2021).

Além disso, a suplementação com -50 mEq/100g de MS trouxe respostas positivas na saúde pós-parto destes animais e alterou o metabolismo mineral. Contudo, ao reduzir ainda mais o DCAD para -150 mEq/100g de MS, os benefícios na saúde deixaram de ser observados. Em relação a progênie destas nulíparas, os autores não observaram diferenças no metabolismo, crescimento e saúde até os dois primeiros meses de idade (ZIMPEL et al., 2021).

Em um experimento conduzido em lotes pré-parto de quatro fazendas comerciais do Canadá, COUTO SERRENHO et al. (2021) atribuíram 15 parcelas experimentais para dietas no pré-parto com DCAD de $+10,5$ mEq/100g de MS vs. dietas com DCAD de $-10,8$ mEq/100g de MS. Sob as condições comerciais deste estudo, as dietas acidogênicas resultaram em aumento da produção de leite no início da lactação, melhor desempenho reprodutivo e menores taxas de descarte em vacas multíparas. Entretanto nas primíparas não foram observados benefícios da suplementação acidogênica no pré-parto. Na verdade, um pequeno prejuízo reprodutivo foi observado nas novilhas suplementadas com dietas de DCAD negativo, com aumento do tempo decorrido entre o parto e a prenhez na sua primeira lactação.

Dessa forma rebanhos maiores têm buscado a criação de grupos distintos no pré-parto (novilhas e vacas), mantendo dietas com DCAD próximo de 0 mEq/100 g de MS para as fêmeas mais jovens, evitando-se os efeitos negativos mencionados para esse grupo. Já para a grande maioria dos rebanhos, torna-se quase que impossível o uso desses dois grupos de animais no pré-parto, e como normalmente a maioria dos animais são vacas multíparas, mantêm-se dietas aniônicas de forma comum a todos os animais.

4. Monitoramento do pH urinário no pré-parto

Para aferirmos a eficácia e o consumo da dieta acidogênica ofertada no pré-parto devemos monitorar o pH da urina, o qual nos dá uma avaliação de baixo custo e de boa correlação com o pH do sangue (JARDON, 1995; GOFF, 2006). Os bovinos criados extensivamente e/ou sem a suplementação de minerais aniônicos têm um pH urinário bastante alcalino (8,0 a 8,5), já que os capins contêm mais cátions do que ânions.

GOFF (2008) sugeriu que para controle efetivo da hipocalcemia o pH médio da urina nas últimas três semanas antes do parto deve ser reduzido para valores entre 6,2 a 6,8 para vacas da raça Holandesa e entre 5,8 e 6,3 para as vacas Jersey. Nosso Grupo do Leite da UFPR tem recomendado valores ligeiramente mais baixos de pH urinário médio, entre 6,0 e 6,5, o que se consegue somente com a combinação da redução da oferta de volumosos de alto K e o uso de dietas aniônicas.

A coleta e análise do pH deve ser realizada com um período mínimo

de consumo da dieta aniônica de 48 horas. A interpretação do pH urinário é importante e deve ser sempre a média de um grupo de vacas do pré-parto, por exemplo, 10-15 vacas escolhidas de forma aleatória. A interpretação do pH médio desse grupo de animais vai ser importante para constatar o efeito desejado e se for o caso, tomar medidas corretivas (GOFF, 2008).

Se o pH médio da urina estiver entre 6,0 e 6,5, a situação é a ideal, pois está ocorrendo uma desejável acidose metabólica compensada. Se o pH médio da urina ficar acima de 6,5 ou mesmo acima de 7,0, o DCAD ainda não é o suficiente e mais ração ou sal aniônico deve ser adicionado ou os volumosos devem ser analisados para o teor do mineral potássio, pois este pode estar anulando os efeitos desejáveis da suplementação acidogênica. Se o pH médio da urina estiver entre 5,0 e 5,5, há uma excessiva inclusão de sais aniônicos na dieta, o que induzirá uma acidose metabólica não compensada e as vacas sofrerão um declínio muito pronunciado na ingestão de MS (GOFF, 2008). Finalmente um cenário muito comum em alguns rebanhos é a grande variabilidade no pH urinário nos animais monitorados, por exemplo pH variando de 5,2 a 7,8; neste caso a recomendação seria ajustar a lotação com a área do cocho e verificar a qualidade da mistura da dieta. pH urinário variando muito entre os animais de um lote pré-parto indica principalmente consumo heterogêneo entre os animais.

5. Conclusões

Dietas acidogênicas funcionam. Embora sua adoção fosse minoritária ou errática décadas atrás, atualmente há poucos questionamentos quanto a sua eficácia. Particularmente em grandes rebanhos, há poucos relatos de insucesso, geralmente associados com o não monitoramento do K nos volumosos. A resistência é maior nos rebanhos menores, pela não-mensuração da hipocalcemia, por conta do maior custo da dieta acidogênica e dificuldades de manter a dieta acidogênica quando as vacas do pré-parto ficam soltas em piquetes com acesso a pastagens.

Referências Bibliográficas

BLOCK, E. Manipulating dietary anions and cations for prepartum dairy cows to reduce incidence of milk fever. *Journal of Dairy Science*, v.67, p.2939-2948, 1984.

BLOCK, E. Manipulation of dietary cation-anion difference on nutritionally related production diseases, productivity, and metabolic responses of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.77, p.1437-1450, 1994.

CHARBONNEAU, E., PELLERIN, D., OETZEL, G. R. Impact of lowering dietary cation-anion difference in nonlactating dairy cows: A meta-analysis. *Journal of Dairy Science*, v.89, p.537-548, 2006.

COUTO SERRENHO, R., BRUINJÉ, T. C., MORRISON, E. I., DEVRIES, T. J., DUFFIELD, T. F., LEBLANC, S. J. Controlled trial of the effect of negative dietary cation-anion difference prepartum diets on milk production, reproductive performance, and culling of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.104, p.6919-6928, 2021.

COUTO SERRENHO, R., BRUINJÉ, T. C., MORRISON, E. I., DEVRIES, T. J., DUFFIELD, T. F., LEBLANC, S. J. Controlled trial of the effect of negative dietary cation-anion difference on postpartum health of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.104, p.6929-6943, 2021

DEGROOT, M. A., BLOCK, E., FRENCH, P. D. Effect of prepartum anionic supplementation on periparturient feed intake, health, and milk production. *Journal of Dairy Science*, v.93, p.5268-5279, 2010.

ERB, H. N., GROHN, Y. T. Epidemiology of metabolic disorders in the periparturient dairy cow. *Journal of Dairy Science*, v.71, p.2557-2571, 1988.

GOFF, J. P. The monitoring, prevention, and treatment of milk fever and subclinical hypocalcemia in dairy cows. *The Veterinary Journal*, v.176, p.50-57, 2008.

GOFF, J. P., LIESEGGANG, A., HORST, R. L. Diet-induced pseudohypoparathyroidism: a hypocalcemia and milk fever risk factor. *Journal of Dairy Science*, v.97, p.1520-1528, 2014.

HORST, R. L., GOFF, J. P., REINHARDT, T. A., BUXTON, D. R. Strategies for preventing milk fever in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.80, p.1269-1280, 1997.

LEAN, I. J., DEGARIS, P. J., McNEIL, D. M., BLOCK, E. Hypocalcemia in dairy cows: Meta-analysis and dietary cation-anion difference theory revisited. *Journal of Dairy Science*, v.89, p.669-684, 2006.

LEAN, I. J., SANTOS, J. E. P., BLOCK, E., GOLDBERGER, H. M. Effects of prepartum dietary cation-anion difference intake on production and health of dairy cows: a meta-analysis. *Journal of Dairy Science*, v.102, p.2103-2133, 2019.

LENO, B. M., RYAN, C. M., STOKOL, T., KIRK, D., ZANZALARI, K. P., CHAPMAN, J. D., OVERTON, T. R. Effects of prepartum dietary cation-anion difference on aspects of peripartum mineral and energy metabolism and performance of multiparous Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, v.100, p.4604-4622, 2017.

LOPERA, C., ZIMPEL, R., VIEIRA-NETO, A., LOPES, F. R., ORTIZ, W., POINDEXTER, M., FARIA, B. N., GAMBARINI, M. L., BLOCK, E., NELSON, C. D., SANTOS, J. E. P. Effects of level of dietary cation-anion difference and duration of prepartum feeding on performance and metabolism of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.101, p.7907-7929, 2018.

MARTINEZ, N., RISCO, C. A., LIMA, F. S., BISINOTTO, R. S., GRECO, L. F., RIBEIRO, E. S., MAUNSELL, F., GALVAO, K., SANTOS, J. E. P. Evaluation of periparturient calcium status, energetic profile, and neutrophil function in dairy cows at low or high risk of developing uterine disease. *Journal of Dairy Science*, v.95, p.7158-7172, 2012.

McART, J. A. A., NEVES, R. C. Association of transient, persistent, or delayed subclinical hypocalcemia with early lactation disease, removal, and milk yield in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, v.103, p.690-701, 2020.

MOORE, S. J., VANDEHAAR, M. J., SHARMA, B. K., PILBEAM, T. E., BEEDE, D. K., BUCHOLTZ, H. F., LIESMAN, J. S., HORST, R. L., GOFF, J. P. Effects of altering dietary cation-anion difference on calcium and energy metabolism in periparturient cows. *Journal of Dairy Science*, v.83, p.2095-2104, 2000.

NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.

OETZEL, G. R. Parturient paresis and hypocalcemia in ruminant livestock. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v.4, p.351-364, 1988.

OETZEL, G. R., OLSON, J. D., CURTIS, C. R., FETTMAN, M. J. Ammonium chloride and ammonium sulfate for prevention of parturient paresis in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.71, p.3302-3309, 1988.

OETZEL, G. R., FETTMAN, M. J., HAMAR, D. W., OLSON, J. D. Screening of anionic salts for palatability, effects on acid-base status, and urinary calcium excretion in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.74, p.965-971, 1991.

OETZEL, G. R. Diagnosis and management of subacute ruminal acidosis in dairy herds. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, v.33, p.463-480, 2017.

RAMOS-NIEVES, J. M., THERING, B. J., WALDRON, M. R., JARDON, P. W., OVERTON, T. R. Effects of anion supplementation to low-potassium prepartum diets on macromineral status and performance of periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.92, p.5677-5691, 2009.

RODRIGUES, R. O., COOKE, R. F., RODRIGUES, S. M. B., BASTOS, L. N., CAMARGO, V. F. S., GOMES, K. S., VASCONCELOS, J. L. M. Reducing prepartum urine pH by supplementing anionic feed ingredients: Effects on physiological and productive responses of Holstein x Gir cows. *Journal of Dairy Science*, v.101, p.9296-9308, 2018.

RYAN, K. T., GUADAGNIN, A. R., GLOSSON, K. M., BASCOM, S. S., ROWSON, A. D., STEELMAN, A. J., CARDOSO, F. C. Increased dietary calcium inclusion in fully acidified prepartum diets improved postpartum uterine health and fertility when fed to Holstein cows. *Theriogenology*, v.142, p.338-347, 2020.

SANTOS, J. E. P., LEAN, I. J., GOLDBERGER, H., BLOCK, E. Meta-analysis of the effects of prepartum dietary cation-anion difference on performance and health of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. v.102, p.2134-2154, 2019.

VIEIRA NETO, A., DUARTE, G. A., ZIMPEL, R., THATCHER, W. W., SANTOS, J. E. P. Days in the prepartum group are associated with subsequent performance in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, v.104, p.5964-5978, 2021.

WU, Z., BERNARD, J. K., ZANZALARI, K. P., CHAPMAN, J. D. Effect of feeding a negative dietary cation-anion difference diet for an extended time prepartum on postpartum serum and urine metabolites and performance. *Journal of Dairy Science*, v.97, p.7133-7143, 2014.

ZIMPEL, R., POINDEXTER, M. B., VIEIRA-NETO, A., BLOCK, E., NELSON, C. D., STAPLES, C. R., THATCHER, W. W., SANTOS, J. E. P. Effect of dietary cation-anion difference on acid-base status and dry matter intake in dry pregnant cows. *Journal of Dairy Science*, v.101, p.8461-8475, 2018.

ZIMPEL, R., NEHME MARINHO, M., ALMEIDA, K. V., REVILLA RUIZ, A., NELSON, C. D., THATCHER, W. W., SANTOS, J. E. P. Effects of maternal level of dietary cation-anion difference fed to prepartum nulliparous cows on offspring acid-base balance, metabolism, and growth. *Journal of Dairy Science*, v.104, p.8746-8764, 2021.

ZIMPEL, R., ALMEIDA, K. V., NEHME MARINHO, M., REVILLA RUIZ, A., PERDOMO, M. C., POINDEXTER, M. B., HUSNAIN, A., VIEIRA-NETO, A., SILVA, A. C. M., ARSHAD, U., NELSON, C. D., SANTOS, J. E. P. Prepartum level of dietary cation-

anion difference fed to nulliparous cows: Lactation and reproductive responses. *Journal of Dairy Science*, v.104, p.11699-11714, 2021.

ZIMPEL, R., NEHME MARINHO, M., ALMEIDA, K. V., REVILLA RUIZ, A., PERDOMO, M. C., POINDEXTER, M. B., VIEIRA-NETO, A., ARSHAD, U., HUSNAIN, A., NELSON, C. D., SANTOS, J. E. P. Prepartum level of dietary cation-anion difference fed to nulliparous cows: Acid-base balance, mineral metabolism, and health responses. *Journal of Dairy Science*, v.104, 2021.

Capítulo 10

Estratégias para o controle de doenças reprodutivas em fêmeas leiteiras

Fabio Soares de Lima¹, Eduardo Barros de Oliveira²,

Retenção de membranas fetais (RMF), metrite, e endometrite são 3 das doenças reprodutivas com maior legado negativo na saúde, produção e reprodução de bovinos. Essa revisão tem como objetivos discutir o impacto negativo dessas doenças na sustentabilidade da cadeia leiteira, os principais desafios de cada afecção e as principais estratégias para manejar essas doenças reprodutivas.

1. Retenção de Membranas Fetais

1.1 Importância para cadeia leiteira

A retenção de membranas fetais (RMF) ou retenção de placenta como é popularmente conhecida é uma doença reprodutiva de bovinos que tem uma incidência variando entre 5% e 15%, e um legado de perdas econômicas que inclui perdas de produção de leite, desempenho reprodutivo reduzido, risco aumentado de outras doenças uterinas como metrite e endometrite, e um aumento de descarte precoce. As perdas econômicas foram estimadas entre U\$355.00 e U\$464.00 dólares e o principal desafio é o manejo e decisões terapêuticas da condição.

1.2 Desafios para o manejo de RMF em bovinos

A remoção manual continua uma prática comum apesar de estudos mostrarem riscos aumentados de desenvolvimento de doenças uterina mais severa prolongada, perdas maiores de produção de leite, e risco de morte aumentado (Bolinder et al., 1988, Drillich et al., 2003). Considerando a evidência científica, a remoção de membranas fetais não é uma estratégia recomendada (Bolinder et al., 1988, Drillich et al., 2003, Drillich et al., 2006a, Drillich et al., 2006b). Pelo contrário veterinários e profissionais trabalhando na indústria com o manejo de doenças deveriam advogar ativamente contrário a essa prática. O uso de antibiótico também tem sido debatido na comunidade científica porque benefícios com tratamento intrauterino são limitados em estudos científicos. Por exemplo, a infusão de oxitetraciclina pode reduzir a incidência de febre subsequente, mas não afeta o desempenho reprodutivo, e leva a presença de resíduos de leite detectáveis que podem persistir por 144 horas após a última infusão (Stevens et al., 1995, Dinsmore et al., 1996, Goshen and Shpigel, 2006) . É importante realçar que terapia com antibióticos, especialmente com tetraciclina,

¹ DVM, MS, PhD, Diplomate ACT, Assistant Professor of Livestock Health and Theriogenology School of Veterinary Medicine, University of California, Davis, US

² DVM, MS, Resident of Dairy Production Medicine, Veterinary Medicine Teaching Research Center, Tulare, CA, School of Veterinary Medicine, University of California, Davis, US

que têm a capacidade de inibir metaloproteinasas podem prolongar o tempo de RMF. Resultados de vários estudos sugerem que a negligência benigna, sem remoção manual, e administração sistêmica de antibióticos para vacas com febre ou outros sinais de metrite é pelo menos tão eficaz quanto tratamentos mais invasivos (Drillich et al., 2003, Drillich et al., 2006a, Drillich et al., 2006b). Portanto, a mensagem destes estudos comparando remoção manual, antibioticoterapia intrauterina, com tratamento sistêmico de vacas febris com RMF não melhora desempenho reprodutivo sugerindo que tratamentos intrauterinos com remoção manual podem resultar em tempo, custo, riscos e uso desnecessário de antibióticos sem melhorar a reprodução (Drillich et al., 2003, Drillich et al., 2006a, Drillich et al., 2006b).

Outro assunto controverso é o uso de $\text{PGF}_{2\alpha}$ ou a ocitocina para o tratamento e prevenção de RMF. Os estudos mostram que não existem benefícios de $\text{PGF}_{2\alpha}$ ou ocitocina em termos de liberação placentária ou desempenho reprodutivo (Risco et al., 1994). Tratamento de vacas com RMF com hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) e a administração oral de gel de cloreto de cálcio são outras estratégias que falharam em produzir benefícios para redução na incidência de metrite e melhora do desempenho reprodutivo (Risco et al., 1994, Hernandez et al., 1999).

De todas terapias avaliadas para RMF, a única que mostrou resultados positivos na liberação das membranas fetais foi a infusão de nas artérias umbilicais. Em um estudo clássico, uma injeção de 1L de soro fisiológico contendo 200.000 UI de colagenase bacteriana nas artérias umbilicais de membranas retidas causou liberação placentária mais precocemente quando aplicado entre de 24 a 72 horas após o parto (Eiler and Hopkins, 1993). O tratamento de colagenase liberou membranas fetais em 85% (23 de 27) de vacas dentro de 36 horas, enquanto nenhuma das 24 vacas de controle infundidas com soro fisiológico liberou suas membranas dentro desse período de tempo (Eiler and Hopkins, 1993). Este tratamento é direcionado especificamente para corrigir a falta de proteólise cotyledon e pode ser mais eficaz do que as terapias tradicionais. Em geral toda vacas com RFM não tratada sofre autólise e é liberada, mas o processo demora antes de 6 a 10 dias após o parto. Porém, o procedimento precisa ser realizado por um veterinário qualificado ou profissional treinado adequadamente e demora em média 25 minutos, sendo complicado de se realizar em vacas recumbentes ou com o cordão umbilical e artérias retraídos na vulva. Além disso, o custo estimado necessário US\$ 74.00 por 1.200 U/mg de colagenase deixando em aberto a relação de custo benefício. Outro importante ponto de discussão é a falta de estudos que comparam as perdas de produção em vacas tratadas com colagenase versus vacas não tratadas para avaliar o impacto da intervenção na produção de leite e desempenho reprodutivo para determinar se este seria um tratamento economicamente vantajoso para a RMF.

1.3 Estratégias para amenizar a incidência e problemas causados por RMF em bovinos

Considerando o impacto negativo de RMF e o sucesso limitado dos tratamentos disponíveis, focar em prevenção para amenizar o risco de desenvolvimento da doença é a estratégia mais eficaz. Portanto, estratégias de manejo como assegurar que as vacas tenham acesso contínuo à alimentação durante o período pré-parto, evitar reagrupamento e outras formas de estresse social durante este período, e garantir que o selênio dietético e a vitamina E estejam adequados podem contribuir para a prevenção de RMF. As estratégias nutricionais para prevenir hipocalcemia podem contribuir com a redução da incidência de RMF. A alimentação de monensina diminuiu a incidência de RMF em vacas multíparas, mas os achados não foram consistentes em diferentes estudos. A suplementação com betacaroteno demonstrou-se eficiente para reduzir a incidência de RMF em vacas multíparas.

2. Metrite

2.1 Importância para cadeia leiteira

O legado negativo da metrite é extremamente amplo com estudos demonstrando aumento do descarte, risco de comorbidades aumentado, desempenho reprodutivo reduzido, e a queda da produção de leite (Lima et al., 2019, Perez-Baez et al., 2021, Silva et al., 2021b). Resultados de um estudo recente realizados em fazenda localizadas em diversas regiões do Estados Unidos demonstram também que a incidência de metrite continua consistentemente muito alta variando de 20,5% a 34,9% (Pinedo et al., 2020). Uma série de estudos recentes também providenciou evidência de que o custo estimado da metrite, independente dos cenários avaliados, é muito alto variando de US\$ 240.00 a US\$ 884.00 dólares em vários estudos contemporâneos (Lima et al., 2019, Perez-Baez et al., 2021, Silva et al., 2021b). Exemplos do legado negativo da metrite encontrados nesses estudos inclui taxas de abate aumentada de 29 para 39%, a proporção de vacas prenhe em 300 dias em leite reduzindo de 72 para 61% em vacas com metrite não tratadas em comparação com vacas sem metrite. A produção de leite em 300 dias em lactação em vacas diagnosticadas com metrite diminuiu de 10.277 kg para 9.463 kg em vacas multíparas e de 8.914 kg para 8.208 kg em vacas primíparas, mostrando como o impacto negativo da metrite afeta diretamente a produtividade e sustentabilidade da cadeia leiteira. Além do impacto negativo na produção de leite e no desempenho reprodutivo, em um estudo recente vacas com metrite tiveram um aumento da substância P, um marcador de dor, indicando que a doença afeta o bem estar animal potencialmente mais que sugerido pelos sinais clínicos comumente reconhecidos em vacas com metrite (Barragan et al., 2019).

2.2 Desafios para o manejo de metrite em bovinos

Um dos maiores desafios é uso consistente de critério de diagnóstico. Em 2006, estudo histórico tentou criar critérios para melhorar a consistência do diagnóstico de doenças uterinas (Sheldon et al., 2006). As definições de metrite foram agrupadas em duas apresentações clínicas chamadas metrite puerperal aguda e metrite clínica. A metrite puerperal foi definida por um útero aumentado e flácido, com uma descarga fétida e aguada de coloração marrom-vermelho, simultaneamente ou não com febre, anorexia, depressão, diminuição da produção de leite e ingestão de ração dentro de dez dias após o parto (Sheldon et al., 2006). O segundo tipo é denominado metrite clínica, a qual é caracterizada por um útero aumentado e descarga uterina purulenta detectáveis na vagina, no prazo de 21 dias após a parturição. A distinção entre metrite puerperal e clínica é fundamental porque a metrite puerperal requer tratamento, enquanto a clínica não necessita de tratamento.

Apesar do inegável impacto negativo de metrite no desempenho reprodutivo, riscos de descarte precoce, produção de leite e sustentabilidade de fazendas de leite (Lima et al., 2019, Perez-Baez et al., 2021, Silva et al., 2021b), o diagnóstico, tratamento e prevenção de metrite permanecem inconsistentes (Espadamala et al., 2018). Uma estudo recente realizado em 45 fazendas na Califórnia revelou que há uma disparidade significativa sobre quais critérios são utilizados para diagnosticar e tratar a metrite (Espadamala et al., 2018), uma situação preocupante quando considerada a ameaça global de disseminação de resistência antimicrobiana e a diretriz da Organização Mundial da Saúde sobre o uso judicioso de antibióticos medicamente importantes (OMS, 2017).

No estudo recente avaliando a rotina em fazenda leiteiras na Califórnia (Espadamala et al., 2018), informações baseadas em observações das vacas, e respostas de pessoas que avaliam vacas leiteiras no pós-parto precoce revelaram que 70% das fazendas realizam palpação retal para recuperar a descarga vaginal para diagnóstico de metrite. Em contrapartida, os outros 28% só observam descarga na área perineal, e 2% não realizam diagnóstico de metrite. Entre as fazendas que realizaram palpação retal, 36,3% trataram vacas sem descarga fétida e febre, 60,6% trataram vacas sem descarga fétida com febre, 72,7% vacas tratadas com descarga fétida sem febre e 60,6% trataram vacas com descarga fétida e febre (Espadamala et al., 2018). Um total de 18% trataram metrite com antibióticos à base apenas de febre, e 45% das fazendas tratadas com base na depressão e anorexia. Os resultados deste estudo provavelmente refletem a situação em muitas outras partes do mundo onde o conjunto de critérios para tratar a metrite não é consistente, podendo levar ou subdiagnóstico ou sobre diagnóstico de metrite o que compromete o bem estar animal, aumenta riscos de impacto negativo de metrite, e leva a uso questionável de antibióticos medicamente necessários em fazendas leiteiras. Outro componente polêmico dos casos de metrite

2.3 Estratégias para amenizar problemas causados por metrite em bovinos

O tratamento de casos de metrite puerperal aguda reduz perdas econômicas por caso de metrite em cerca de U\$207,00 por caso de metrite. No entanto, resultados desses três estudos indicaram que tratamento com antibióticos aumentou as taxas de cura de 55-62% para 75-78% em comparação com a cura espontânea (Chenault et al., 2004, McLaughlin et al., 2012, Silva et al., 2021a). Esses números sugerem que 70-83% dos casos de metrite atribuídos à cura devido ao uso de antibióticos se resolverão espontaneamente, levando a argumentação se as práticas atuais estão de fato sendo reservadas para vacas que realmente precisam e se beneficiam de antibióticos. As recomendações atuais indicam que apenas em casos de metrite puerperal terapia com antibióticos é recomendada, e dependendo de sinais clínicos simultâneos, terapia suporte, e anti-inflamatórios também precisam ser administrados. Cefotiofur é o principal antibiótico usado com duas formulações disponíveis no mercado. A primeira formulação é o cloridrato de cefotiofur e a segunda é o cefotiofur cristalino de ácido livre. Outros antibióticos que têm sido usados para tratar metrite com eficácia semelhante ao cefotiofur incluem penicilina procaína G (22.000 unidades/Kg i.m. por 5 dias); oxitetraciclina usada com uma dose de 11 mg/kg por via intravenosa (i.v.) ou subcutânea (s.c.) uma vez no diagnóstico ou uma dose de 6 g intrauterino duas vezes por semana, e trihidrato de ampicilina (11 mg/kg i.m. por 5 dias). Apenas as duas formulações de cefotiofur e oxitetraciclina são aprovadas para serem usadas nos Estados Unidos. Vacas que enfrentam sinais clínicos mais graves, como depressão, anorexia e febre, podem se beneficiar do uso de dextrose (500 ml 50% i.v.), solução hipertônica (500 ml 7,2% i.v.) e anti-inflamatórios como flunixin meglumine (2,2 mg/kg), cetoprofeno (3 mg/kg) e aspirina (5 boluses/d). Em fazendas orgânicas, as terapias alternativas utilizadas incluem o iodo povidone (200 ml diluído em 2 L de água destilada) e óleo essencial à base de carvacrol (3,75 mL diluído em 117 mL de água destilada).

Há uma série de novas terapias preventivas em desenvolvimento que têm demonstrado reduzir a incidência de metrite. Os preventivos incluem uma vacina baseada em cepas de *Escherichia coli*, *Fusobacterium necrophorum* e *Trueperella pyogenes* e fatores de virulência dessas bactérias; uma formulação de interleucina-8 recombinante para bovinos, e probióticos baseados em uma combinação de *Lactobacillus sakei*, e cepas de *Pediococcus acidilactici* (Ametaj et al., 2014, Deng et al., 2014, Machado et al., 2014, Genis et al., 2016, Zinicola et al., 2019, Meira Jr. et al., 2020).

Outra estratégia recente investigada para amenizar o risco de metrite inclui o uso de seleção genômica focada na saúde animal. Em estudo no qual vacas foram categorizadas de acordo com quartis de predição genômica para saúde e bem estar se identificou que a incidência de metrite diminuiu de 23.5% para 19.0% entre animais do quartil 1 e quartil 4. Um foco recente de pesquisadores tem sido caracterizar a previsão de cura de metrite (de Oliveira et al., 2021), no qual fatores relacionados com vacas e ambientais foram usados

prever a cura da metrite com modelos estatísticos tradicionais e algoritmos de aprendizagem de máquina. Os achados de regressão logística indicaram que vacas que desenvolveram metrite após sete dias na lactação, sem laceração de vulva, com diminuição na produção de leite desde o dia anterior ao diagnóstico de metrite, com temperatura retal $\leq 39,4^{\circ}\text{C}$, eram mais propensas a serem curadas da metrite. O algoritmo de aprendizado de máquina mostraram que, além dessas variáveis, considerar distúrbios relacionados ao parto (distócia, retenção de placenta, sexo do bezerro, gêmeos, e natimorto), estação, mês de evento de metrite e queda de produção de leite são úteis para prever se a vaca deve ser tratada com antibióticos ou não com base em sua probabilidade de cura. O algoritmo de aprendizagem de máquina ajudou a prever a cura da metrite com mais de 70% de precisão, o que incentiva novas pesquisas para o desenvolvimento do tratamento seletivo para metrite, potencialmente reduzindo a disseminação da resistência antimicrobiana, concomitante com menor custo da doença e melhor bem-estar animal (de Oliveira et al., 2021).

Outras medidas que podem ajudar a reduzir a incidência de metrite incluem manter a área da maternidade limpa, usar touros que geram bezerros pequenos e alimentar antioxidantes para otimizar o sistema imunológico. Entre os antioxidantes, vitamina E, selênio e o beta caroteno têm mostrado reduzir a incidência de retenção de membranas fetais, o que indiretamente pode ajudar a reduzir a incidência de metrite.

3. Endometrite

3.1 Importância para cadeia leiteira

A endometrite é uma doença insidiosa ausente em programas de saúde em muitas fazendas leiteiras que tem completa negligência no arsenal terapêuticos farmacêuticos em lugares como o mercado americano. A endometrite ocupa uma posição considerável na cadeia leiteira com pesquisadores apresentando argumentos que a colocam como principal causa de redução da fertilidade em vacas leiteiras. No decorrer dos anos, estudos demonstraram redução da concepção por inseminação, aumento da perda de prenhez, aumento do intervalo do parto para a concepção, e aumento das taxas de abate devido à infertilidade (Gilbert et al., 2005, Sheldon et al., 2006, Lima et al., 2013). Esta doença uterina compromete múltiplos elementos reprodutivos, incluindo regulação endócrina, qualidade do embrião, desenvolvimento do conceito, e reconhecimento materno da gravidez (Bromfield et al., 2015).

3.2 Desafios para o manejo de endometrite em bovinos

A endometrite talvez seja a afecção mais negligenciada em rebanhos leiteiros. Entre razões que explicam a negligência da doença inclui-se a dificuldade de se fazer o diagnóstico de endometrite. Pesquisadores subdividiram endometrite em apresentações clínicas e subclínicas com endometrite clínica definida pela

presença de descarga vaginal purulenta detectável 21 dias ou mais após a parturição ou descarga mucopurulenta detectável na vagina após 26 dias pós-parto. A endometrite subclínica é caracterizada pela inflamação do endométrio medida pela presença relativa de leucócitos nucleares policróticos (PMN) em uma amostra uterina (coletada por descarga uterina ou citobrush) na ausência de doença clínica (Sheldon et al., 2006). Considerando que este artigo foi citado 1200 vezes até 31 de maio de 2020, é justo supor que melhorou a forma como os pesquisadores definiram as doenças uterinas. Apesar do sucesso no ambiente acadêmico, questões se seguiram desde sua publicação. Em primeiro lugar, o termo para endometrite clínica tem sido questionado porque grande proporção de vacas que apresentam pus na descarga vaginal não possuem infiltração de neutrófilo simultâneo e pus no endométrio, assim, a descarga vaginal purulenta foi sugerida como um nome alternativo para endometrite clínica (Dubuc et al., 2010).

Definição, classificação, sinais clínicos: A endometrite é subdividida em apresentações clínicas e subclínicas com endometrite clínica definida pela presença de descarga vaginal purulenta (>50% pus) detectável 21 dias ou mais após o parto (Figura 1C), ou descarga mucopurulenta (aproximadamente 50% pus, 50% muco) detectável na vagina após 26 dias pós-parto. A endometrite subclínica é caracterizada pela inflamação exclusiva do endométrio medida pela presença relativa de leucócitos polimorfonucleares (PMN) em uma amostra uterina (coletada por descarga uterina ou *citobrush*) na ausência de doença clínica (Sheldon et al., 2006). Considerando que este artigo foi citado 1200 vezes até 31 de maio de 2020, é justo supor que melhorou a consistência da definição de doenças uterinas usada por pesquisadores. Apesar do sucesso no ambiente acadêmico, algumas críticas se seguiram desde sua publicação. Em primeiro lugar, o termo para endometrite clínica tem sido questionado porque grande proporção de vacas que apresentam pus na descarga vaginal não possuem infiltração de neutrófilo simultâneo e pus no endométrio, assim, a terminologia descarga vaginal purulenta foi sugerida como um nome alternativo para endometrite clínica (Dubuc et al., 2010). Além disso, o termo endometrite citológica tem sido proposto como uma definição “universal” de endometrite com base na presença de PMN no lúmen uterino em vacas com ou sem descarga vaginal purulenta (Dubuc et al., 2010).

A patogênese da endometrite ainda não é entendida, mas está cada vez mais claro que as doenças uterinas pós-parto, particularmente em vacas leiteiras de alta produção, são mediadas por uma resposta imune prejudicada, provavelmente relacionada ao balanço energético negativo. Em bovinos, os organismo dominante ligados à endometrite é *Trueperella pyogenes*. Vacas que desenvolvem endometrite podem retardar a diferenciação entre o microbioma da vagina e o útero. Patógenos oportunistas da flora vaginal normal ou do ambiente podem invadir o útero de tempos em tempos. Uma vaca com resposta imunológica adequada pode eliminar infecções transitórias, mas vacas com status imunológico inadequado podem desenvolver endometrite crônica. Recentes

revisões de literatura focado no desenvolvimento de endometrite postulou que células endometriais e até mesmo células de granulosa são capazes de montar uma resposta imune (Bromfield et al., 2015, Sheldon, 2018, Sheldon et al., 2019). Redução plasmático no cálcio, aumento de ácidos graxo não esterificado, aumento de beta-hidroxibutirato foram associados com maiores chances de se desenvolver endometrite.

3.3 Estratégias para amenizar problemas causados por metrite em bovinos

A forma mais eficaz de minimizar o impacto negativo de endometrite é o tratamento intrauterino com 500 mg de cefapirina benzantina que melhora o desempenho reprodutivo. Todas as outras terapias sistêmicas e intrauterinas devem ser desencorajadas. Além disso, o conjunto de evidências da literatura científica mostra que a administração do PGF_{2α} não é eficaz para o tratamento da endometrite clínica ou subclínica. O controle da endometrite inclui proporcionar conforto adequado, gestão sanitária e nutricional durante o período de transição para minimizar o risco de problemas relacionados ao parto e distúrbios de saúde pós-parto. Alguns nutracêuticos como o propionato de cromo e o OmniGem têm sido associados à redução da incidência de endometrite.

Referências

- Ametaj, B. N., S. Iqbal, F. Selami, J. F. Odhiambo, Y. Wang, M. G. Ganzle, S. M. Dunn, and Q. Zebeli. 2014. Intravaginal administration of lactic acid bacteria modulated the incidence of purulent vaginal discharges, plasma haptoglobin concentrations, and milk production in dairy cows. *Res Vet Sci* 96(2):365-370.
- Barragan, A. A., J. Lakritz, M. K. Carman, S. Bas, E. Hovingh, and G. M. Schuenemann. 2019. Short communication: Assessment of biomarkers of inflammation in the vaginal discharge of postpartum dairy cows diagnosed with clinical metritis. *J Dairy Sci* 102(8):7469-7475.
- Bolinder, A., B. Seguin, H. Kindahl, D. Bouley, and D. Otterby. 1988. Retained fetal membranes in cows: Manual removal versus nonremoval and its effect on reproductive performance. *Theriogenology* 30(1):45-56.
- Bromfield, J. J., J. E. Santos, J. Block, R. S. Williams, and I. M. Sheldon. 2015. PHYSIOLOGY AND ENDOCRINOLOGY SYMPOSIUM: Uterine infection: linking infection and innate immunity with infertility in the high-producing dairy cow. *J Anim Sci* 93(5):2021-2033.
- Chenault, J. R., J. F. McAllister, S. T. Chester, Jr., K. J. Dame, F. M. Kausche, and E. J. Robb. 2004. Efficacy of ceftiofur hydrochloride sterile suspension administered parenterally for the treatment of acute postpartum metritis in dairy cows. *J Am Vet Med Assoc* 224(10):1634-1639.
- de Oliveira, E. B., F. C. Ferreira, K. N. Galvao, J. Youn, I. Tagkopoulos, N. Silva-Del-Rio, R. V. V. Pereira, V. S. Machado, and F. S. Lima. 2021. Integration of statistical inferences and machine learning algorithms for prediction of metritis cure in dairy cows. *J Dairy Sci*.

Deng, Q., J. F. Odhiambo, U. Farooq, T. Lam, S. M. Dunn, and B. N. Ametaj. 2014. Intravaginal lactic Acid bacteria modulated local and systemic immune responses and lowered the incidence of uterine infections in periparturient dairy cows. *PLoS One* 10(4):e0124167.

Dinsmore, R. P., R. D. Stevens, M. B. Cattell, M. D. Salman, and S. F. Sundlof. 1996. Oxytetracycline residues in milk after intrauterine treatment of cows with retained fetal membranes. *J Am Vet Med Assoc* 209(10):1753-1755.

Drillich, M., M. Mahlstedt, U. Reichert, B. A. Tenhagen, and W. Heuwieser. 2006a. Strategies to improve the therapy of retained fetal membranes in dairy cows. *J Dairy Sci* 89(2):627-635.

Drillich, M., A. Pfutzner, H. J. Sabin, M. Sabin, and W. Heuwieser. 2003. Comparison of two protocols for the treatment of retained fetal membranes in dairy cattle. *Theriogenology* 59(3-4):951-960.

Drillich, M., U. Reichert, M. Mahlstedt, and W. Heuwieser. 2006b. Comparison of two strategies for systemic antibiotic treatment of dairy cows with retained fetal membranes: preventive vs. selective treatment. *J Dairy Sci* 89(5):1502-1508.

Dubuc, J., T. F. Duffield, K. E. Leslie, J. S. Walton, and S. J. LeBlanc. 2010. Definitions and diagnosis of postpartum endometritis in dairy cows. *J Dairy Sci* 93(11):5225-5233.

Eiler, H. and F. M. Hopkins. 1993. Successful treatment of retained placenta with umbilical cord injections of collagenase in cows. *J Am Vet Med Assoc* 203(3):436-443.

Espadamala, A., R. Pereira, P. Pallares, A. Lago, and N. Silva-Del-Rio. 2018. Metritis diagnosis and treatment practices in 45 dairy farms in California. *J Dairy Sci* 101(10):9608-9616.

Genis, S., A. Bach, F. Fabregas, and A. Aris. 2016. Potential of lactic acid bacteria at regulating *Escherichia coli* infection and inflammation of bovine endometrium. *Theriogenology* 85(4):625-637.

Gilbert, R. O., S. T. Shin, C. L. Guard, H. N. Erb, and M. Frajblat. 2005. Prevalence of endometritis and its effects on reproductive performance of dairy cows. *Theriogenology* 64(9):1879-1888.

Goshen, T. and N. Y. Shpigel. 2006. Evaluation of intrauterine antibiotic treatment of clinical metritis and retained fetal membranes in dairy cows. *Theriogenology* 66(9):2210-2218.

Hernandez, J., C. A. Risco, and J. B. Elliott. 1999. Effect of oral administration of a calcium chloride gel on blood mineral concentrations, parturient disorders, reproductive performance, and milk production of dairy cows with retained fetal membranes. *J Am Vet Med Assoc* 215(1):72-76.

Lima, F. S., R. S. Bisinotto, E. S. Ribeiro, L. F. Greco, H. Ayres, M. G. Favoreto, M. R. Carvalho, K. N. Galvao, and J. E. Santos. 2013. Effects of 1 or 2 treatments with prostaglandin F(2)alpha on subclinical endometritis and fertility in lactating dairy cows inseminated by timed artificial insemination. *J Dairy Sci* 96(10):6480-6488.

Lima, F. S., A. Vieira-Neto, J. A. Snodgrass, A. De Vries, and J. E. P. Santos. 2019. Economic comparison of systemic antimicrobial therapies for metritis in dairy cows. *J Dairy Sci* 102(8):7345-7358.

Machado, V. S., M. L. Bicalho, E. B. Meira Junior, R. Rossi, B. L. Ribeiro, S. Lima, T.

Santos, A. Kussler, C. Foditsch, E. K. Ganda, G. Oikonomou, S. H. Cheong, R. O. Gilbert, and R. C. Bicalho. 2014. Subcutaneous immunization with inactivated bacterial components and purified protein of *Escherichia coli*, *Fusobacterium necrophorum* and *Trueperella pyogenes* prevents puerperal metritis in Holstein dairy cows. *PLoS One* 9(3):e91734.

McLaughlin, C. L., E. Stanisiewski, M. J. Lucas, C. P. Cornell, J. Watkins, L. Bryson, J. K. Tena, J. Hallberg, and J. R. Chenault. 2012. Evaluation of two doses of ceftiofur crystalline free acid sterile suspension for treatment of metritis in lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 95(8):4363-4371.

Meira Jr., E. B. S., R. D. Ellington-Lawrence, J. C. C. Silva, C. H. Higgins, R. Linwood, M. X. Rodrigues, L. Bringhenti, H. Korzec, Y. Yang, M. Zinicola, and R. C. Bicalho. 2020. Recombinant protein subunit vaccine reduces puerperal metritis incidence and modulates the genital tract microbiome. *J Dairy Sci* 103:7364-7376.

Perez-Baez, J., T. V. Silva, C. A. Risco, R. C. Chebel, F. Cunha, A. De Vries, J. E. P. Santos, F. S. Lima, P. Pinedo, G. M. Schuenemann, R. C. Bicalho, R. O. Gilbert, S. Rodriguez-Zas, C. M. Seabury, G. Rosa, W. W. Thatcher, and K. N. Galvao. 2021. The economic cost of metritis in dairy herds. *J Dairy Sci* 104(3):3158-3168.

Pinedo, P., J. E. P. Santos, R. C. Chebel, K. N. Galvao, G. M. Schuenemann, R. C. Bicalho, R. O. Gilbert, S. Rodriguez Zas, C. M. Seabury, G. Rosa, and W. W. Thatcher. 2020. Early-lactation diseases and fertility in 2 seasons of calving across US dairy herds. *J Dairy Sci* 103(11):10560-10576.

Risco, C. A., L. F. Archbald, J. Elliott, T. Tran, and P. Chavatte. 1994. Effect of hormonal treatment on fertility in dairy cows with dystocia or retained fetal membranes at parturition. *J Dairy Sci* 77(9):2562-2569.

Sheldon, I. M. 2018. Metabolic stress and endometritis in dairy cattle. *Vet Rec* 183(4):124-125.

Sheldon, I. M., J. G. Cronin, and J. J. Bromfield. 2019. Tolerance and Innate Immunity Shape the Development of Postpartum Uterine Disease and the Impact of Endometritis in Dairy Cattle. *Annu Rev Anim Biosci* 7:361-384.

Sheldon, I. M., G. S. Lewis, S. LeBlanc, and R. O. Gilbert. 2006. Defining postpartum uterine disease in cattle. *Theriogenology* 65(8):1516-1530.

Silva, T. V., E. B. de Oliveira, J. Perez-Baez, C. A. Risco, R. C. Chebel, F. Cunha, R. Daetz, J. E. P. Santos, F. S. Lima, K. C. Jeong, and K. N. Galvao. 2021a. Economic comparison between ceftiofur-treated and nontreated dairy cows with metritis. *J Dairy Sci* 104(8):8918-8930.

Silva, T. V., E. B. de Oliveira, J. Perez-Baez, C. A. Risco, R. C. Chebel, F. Cunha, R. Daetz, J. E. P. Santos, F. S. Lima, K. C. Jeong, and K. N. Galvao. 2021b. Economic comparison between ceftiofur-treated and nontreated dairy cows with metritis. *J Dairy Sci*.

Stevens, R. D., R. P. Dinsmore, and M. B. Cattell. 1995. Evaluation of the use of intrauterine infusions of oxytetracycline, subcutaneous injections of fenprostalene, or a combination of both, for the treatment of retained fetal membranes in dairy cows. *J Am Vet Med Assoc* 207(12):1612-1615.

Zinicola, M., M. L. S. Bicalho, T. Santin, E. C. Marques, R. S. Bisinotto, and R. C. Bicalho. 2019. Effects of recombinant bovine interleukin-8 (rbIL-8) treatment on health, metabolism, and lactation performance in Holstein cattle II: Postpartum uterine health, ketosis, and milk production. *J Dairy Sci* 102(11):10316-10328.

Capítulo 11

Balanceamento de Aminoácidos para Vacas de Alta Produção

Jorge Henrique Carneiro¹
Rodrigo de Almeida²

1. Introdução

Quando falamos a respeito de formulação proteica na dieta de vacas leiteiras, um dos primeiros nutrientes a serem discutidos por nutricionistas do mundo todo é o teor de proteína bruta (PB) das dietas. Proteína bruta é definida para os alimentos como o conteúdo de nitrogênio multiplicado por um fator de 6,25. Esse fator é baseado no fato de que a maioria das proteínas contém 16% de N, o que nem sempre é verdade, pois há uma variação de 15 a 18% de N. O conteúdo de PB inclui proteína verdadeira (constituída por aminoácidos) e não verdadeira (nitrogênio não proteico). Pela dinâmica da digestão dos compostos nitrogenados no rúmen, o NRC (2001) caracterizou as frações de proteína degradável no rúmen (PDR) e proteína não degradável no rúmen (PNDR). Um pouco mais adiante, predizemos as necessidades de N de uma vaca em termos da proteína metabolizável (PM), que é definida como a proteína verdadeira disponível para degradação no abomaso e absorção no intestino delgado, composta da proteína microbiana (PMic), da PNDR e da proteína endógena, oriunda da descamação dos tecidos intestinais, enzimas, etc.

Embora a PB ainda seja considerada por muitos nutricionistas na formulação de dietas, os artigos publicados no *Journal of Dairy Science*, iniciados há mais de 60 anos, começaram a fornecer evidências das limitações em confiar unicamente na PB como um nutriente para o qual poderíamos basear as exigências proteicas de vacas leiteiras. Como resultado destas pesquisas, a nutrição proteica de vacas passou do uso da PB dietética como nutriente alvo, e agora está focada em atender às necessidades de nitrogênio e aminoácidos (AAs), para a fermentação ruminal e síntese de proteína microbiana, assim como os requisitos de AA da própria vaca.

2. Aminoácidos Essenciais

Sabe-se há décadas que os animais exigem AAs para a síntese de proteínas teciduais, reguladoras e secretoras, além de dezenas de compostos como hormônios, neurotransmissores, nucleotídeos (RNA e DNA), histamina, dentre

1 Doutorando PPGZ-UFPR - Castro – Paraná - jorgehcarneiro@gmail.com

2 Universidade Federal do Paraná - Curitiba – Paraná - ralmeida@ufpr.br

outros, e que estes precisam ser sintetizados diariamente. Porém muito que se sabe atualmente sobre a exigência destes aminoácidos, foi usando a abordagem de aminoácidos como “blocos de construção” de proteínas, que obviamente não deixa de ter sua importância. Porém, nos últimos anos, os aminoácidos começam a ser compreendidos não apenas como unidades estruturais das proteínas, mas também como importantes sinalizadores de processos anabólicos e catabólicos dentro das células de diferentes tecidos. Este conceito está mais consolidado em outras espécies, particularmente aves e suínos, e em bovinos leiteiros tem recebido certa importância nos últimos 5-10 anos. Com esta abordagem, os estudos abrem espaço para outra questão interessante que é a interação entre os diferentes metabolismos; energético, lipídico, sistema imunológico, com o status aminoacídico das células (Hanigan et al., 2018). Tais observações destacadas acima, sugerem o impacto que os AAs têm no metabolismo corporal e a provável importância que a otimização da nutrição destes tem na saúde, fertilidade e desempenho produtivo de vacas leiteiras.

Desde que o significado nutritivo do AA foi reconhecido, sabe-se que parte dos AAs não podem ser sintetizados pelo animal ou são sintetizados a uma taxa insuficiente, para atender aos requisitos de síntese proteica. Esses aminoácidos foram denominados como AA essenciais (AAE), e atualmente são compreendidos por histidina (His), arginina (Arg), isoleucina (Ile), leucina (Leu), lisina (Lys), metionina (Met), fenilalanina (Phe), treonina (Thr), triptofano (Trp) e valina (Val). Os AAs restantes, embora necessários para a síntese proteica, podem ser sintetizados pelo animal em taxas satisfatórias, e assim foram chamados de AAs não essenciais (AANE). As cadeias polipeptídicas que constituem proteínas contêm ambos, porém os AANE podem ser sintetizados pela vaca leiteira a uma velocidade suficiente para suas funções biológicas. No entanto, há um subgrupo dentro do AANE para o qual a biossíntese não é suficiente para suportar altos níveis de produção, e esses têm sido chamados de AAs semi-essenciais (Lapierre et al., 2007). A arginina (Arg) é um AA típico desse grupo, pois a síntese de novo pode representar até 40% do suprimento total do animal (Doepel et al., 2004). Teoricamente, a histidina também pode ser sintetizada por mamíferos, mas a via sintética tem capacidade muito limitada e, portanto, a síntese endógena é geralmente ignorada. Foi sugerido que a glutamina (Gln) também pode ser classificada como semi-essencial sob certas circunstâncias, especialmente em torno do parto (Doepel et al., 2006). Pouco ainda se sabe deste “novo” grupo de AAs, principalmente sobre as taxas de síntese de novo, informações essas necessárias para obter uma estimativa precisa do suprimento do animal. Durante o decorrer deste artigo, nosso objetivo é explanar um pouco mais sobre as exigências proteicas de uma vaca leiteira, principalmente de AAs, como uma abordagem emergente na formulação de dietas para vacas.

3. Demanda de aminoácidos para vacas em lactação

Antes de atendermos as necessidades de AAs de uma vaca e pensar no metabolismo pós-absortivo, é preciso lembrar que o próprio rúmen possui exigências tanto de nitrogênio, como de AAs e peptídeos (Russell et al., 1992). Em algumas situações, pelo excesso de ênfase em aumentar o conteúdo de PNDR nas dietas, o suprimento destas necessidades no rúmen fica deficiente, e isso pode reduzir o crescimento bacteriano. Por outro lado, quando o aporte proteico no rúmen é excessivo, este excesso de N ruminal, na forma de N amoniacal oriundo da degradação dos compostos nitrogenados, é drenado ao fígado pela veia porta, convertido em ureia que, por sua vez, é lançada na corrente sanguínea, parcialmente reciclada via saliva e excretada via urina e via leite. Este processo de “desintoxicação” metabólica da amônia, que ocorre no tecido hepático e tem por resultado final a ureia, possui um elevado custo energético por grama de N excretado, causando quando em excesso um custo adicional na exigência energética dos animais (Fox et al., 2002). Obviamente, em boa parte das dietas brasileiras para vacas lactantes, o segundo quadro (excesso de PDR) é muito mais frequente que o primeiro (excesso de PNDR).

Na década de 70, com o objetivo de tentar identificar quais AAs seriam os mais limitantes para vacas leiteiras alimentadas com dietas a base de milho, sem suplementação proteica, 5 experimentos de infusão abomasal foram conduzidos por Schwab et al. (1976). Aminoácidos isolados e misturas de diferentes AAs foram infundidos nestes animais, que apresentavam produção de leite média de 29 kg/dia, um consumo de matéria seca (CMS) médio de 19 kg/d e alimentados com uma dieta de 11% PB em média. Como conclusão dos experimentos, os autores ressaltaram alguns pontos importantes: 1) a porcentagem de proteína do leite (%) foi mais sensível que o rendimento de proteína (kg) como critério de resposta às infusões de AAs; 2) Met isolada não teve efeito nas medições de produção; 3) Lys isoladamente resultou em 16% da resposta ao rendimento de proteína do leite obtida com caseinato de sódio, enquanto Lys e Met juntos responderam por 43% dessa resposta de proteína do leite; 4) ocorreram poucas alterações nas concentrações plasmáticas de outros AA quando Lys e Met foram infundidas em conjunto; e 5) a resposta na porcentagem e na produção da proteína do leite com os 10 AAE foi da mesma magnitude que a do caseinato de sódio, indicando que os AANE não eram limitantes naquela ocasião.

Numerosos experimentos desde então identificaram Met e Lys como os 2 AAs mais limitantes para vacas leiteiras em lactação alimentadas com dietas à base de milho (NRC, 2001). O NRC (2001) também demonstrou a importância da Met e da Lys como os dois AAs mais frequentemente limitantes para vacas alimentadas com dietas à base de milho e soja, utilizando uma abordagem de dose/resposta com a produção de proteína do leite. Segundo esta referência, as concentrações ótimas para maximizar a utilização da PM e a produção de proteína do leite foram de 7,2% de Lys e 2,4% de Met na PM. Após a publicação do NRC (2001), recomendações mais “comerciais” foram sugeridas; 6,6-6,9% Lys

e 2,2-2,3% Met, mas sempre sugerindo uma relação adequada de 3:1 entre Lys/Met. Isso é coerente com a observação de que a concentração destes dois AAs é baixa na maioria dos alimentos utilizados para vacas em lactação, se comparada à concentração deles na proteína microbiana, na proteína do leite e no tecido muscular bovino, segundo revisão publicada por Schwab e Broderick (2017) (Tabela 1).

Pesquisas realizadas após a publicação do NRC (2001) confirmaram esses achados (Noftsker e St-Pierre, 2003; Socha et al., 2005; St-Pierre e Sylvester, 2005; Ordway et al., 2009; Appuhamy et al., 2011; Chen et al., 2011; Lee et al., 2012; Osorio et al., 2013; Giallongo et al., 2016; Zhou et al., 2016b). Com base neste conhecimento prévio e no volume de informações disponíveis, técnicos a campo e parte da academia científica dedicaram esforços pesquisando e encontrando meios de balancear tais AAs em dietas de vacas leiteiras. Porém, outra parte da comunidade científica passou a olhar os AAs de modo mais mecanicista e dinâmico, trazendo a atenção para outra parte de um grupo de AAs que há tempo são conhecidos na nutrição humana e de monogástricos, denominados TorAminoácidos (TorAAs), compreendidos principalmente por Leu, Ile, Met e Lys. Um maior foco neste texto será dado no conhecimento já previamente utilizado na formulação rotineira de fazendas leiteiras, porém traremos novas vertentes e informações de outros AAs que provavelmente passarão a ser olhados com mais atenção por nutricionistas nos próximos modelos nutricionais.

Tabela 1. Concentrações de Lys e Met no leite¹, tecido magro¹ e bactéria ruminal¹, concentrações ótimas sugeridas na PM² e ponto de interrupção estimado das concentrações requeridas na PM para conteúdo máximo de proteína do leite³

	Lys	Met		Lys	Met
Leite	7,7	2,6	Resíduo de cervejaria	4,1	1,7
Tecido magro	6,4	2,0	Farelo de canola	5,6	1,9
Bactéria ruminal	7,9	2,6	DDGS	2,2	1,8
Concentração Ótima	7,2	2,5	Refinazil	2,7	1,6
Requerido (NRC, 2001)	7,2	2,4	Farelo de glúten de milho	1,7	2,4
			Caroço de algodão	4,3	1,7
Silagem de alfafa	4,4	1,4	Farelo de linhaça	3,7	1,8
Silagem de milho	2,5	1,5	Farelo de soja	6,3	1,4
Silagem de gramínea	3,3	1,2	Farelo de girassol	3,6	2,3
Cevada	3,6	1,7	Farinha de sangue	9,0	1,2
Milho	2,8	2,1	Farinha de penas	2,6	0,8
Aveia	4,2	2,9	Farinha de peixe	7,7	2,8
Trigo	2,8	1,6	Farinha de carne	5,4	1,4

¹ Valores de aminoácidos para leite, tecido magro e bactéria ruminal são de O'Connor et al. (1993); concentrações ótimas de AA na PM são de Doepel et al. (2004), e ponto de interrupção estimado para concentrações requeridas na PM para o máximo conteúdo de proteína do leite e valores de aminoácidos são do NRC (2001).

Ao passar o olho na tabela acima, chama a atenção o alto valor de lisina na farinha de sangue (9,0% Lys), e isto justifica a inclusão frequente deste suplemento proteico em dietas de vacas leiteiras norte-americanas, particularmente em regiões com expressiva bonificação por sólidos. Por outro lado, sua baixa concentração de metionina (1,2% Met) tem que ser forçosamente compensada com a suplementação de boas fontes de Met protegida ou análoga.

Reconhece-se que melhorar a formulação de dietas depende não apenas da determinação da oferta e das exigências com base na PM, mas principalmente nos AAs individuais, conceito adotado há muito tempo em espécies não ruminantes. De fato, a maioria dos modelos norte-americanos (NRC, 2001; Fox et al., 2004) investiram tempo e esforço para desenvolver submodelos complexos de rúmen para obter uma previsão adequada do fluxo de proteínas disponível às vacas no intestino. Apesar do ajuste fino desses modelos ainda ser necessário para melhorar as previsões, trabalhos como Bateman et al. (2001) e Pacheco et al. (2006) sugerem que suas previsões estão muito próximas dos valores realmente mensurados *in vivo*. Como os fluxos de proteínas ou AA para o abomaso e intestino são estimados, as previsões de produção de proteína do leite a partir deste aporte de proteína intestinal são baseados em uma eficiência única para todos os AAs, independente da oferta do mesmo ou da concentração e interação dos demais AAs. Segundo Fox e Tedeschi (2003) tal simplificação do complexo biológico da lactação foi necessária como ponto de partida, uma vez que “o conhecimento do metabolismo dos nutrientes não é tão avançado quanto a previsão da fermentação ruminal, devido às rotas metabólicas quase infinitas que conectam vários compartimentos teciduais e metabólicos, e as múltiplas interações e os sofisticados regulamentos metabólicos que determinam a partição dos nutrientes absorvidos.” Reconhece-se, porém, que essa relação linear entre oferta e produção é biologicamente irrealista (Lapierre et al., 2007; Hanigan et al., 2018).

Schwab et al. (2009) e Whitehouse et al. (2009) reavaliaram os gráficos de dose/resposta de Lys e Met, e repetiram as mesmas análises estatísticas, com os mesmos bancos de dados do NRC (2001), gerando os mesmos gráficos de Lys e Met para outros softwares de formulação de dietas para vacas leiteiras baseados no modelo nutricional CNCPS, como CPM-Dairy e AMTS. Segundo os autores, esperava-se que devido as diferenças intrínsecas dentre estes modelos, que as concentrações necessárias de Lys e Met na PM para a máxima produção de proteína do leite poderiam ser diferentes.

Como esperado, existiram diferenças entre os resultados obtidos com NRC (2001), CPM-Dairy e AMTS.Cattle (Tabela 2). Isso era esperado, já que os modelos diferem na abordagem de previsão de suprimento de AAs. Tais diferenças de abordagem levam a diferenças nos suprimentos previstos de PDR, PNDR, PM e na concentração de AAs na PM. O modelo de predição de AA no NRC (2001) é de natureza semi-fatorial, onde alguns dos parâmetros são determinados por regressão. Em contraste, o CPM-Dairy e o AMTS usam abordagens fatoriais para prever fluxos de AA para o intestino. A versão mais recente do CNCPS modificou os

pools de carboidratos, as taxas de degradação de carboidratos das frações A1 e B1, as frações solúveis (por exemplo, açúcar e NNP) fluem com a fase líquida em vez da fase sólida, assim como as equações de taxa de passagem foram modificadas. O resultado dessas e de outras alterações levou a reduções na degradação ruminal dos carboidratos, aumentou o fluxo de PDR e reduziu o fluxo de PMic; em consequência também os fluxos previstos de Lys e Met para o intestino delgado.

Tabela 2. Ponto de interrupção estimado para as concentrações requeridas de Lys e Met na PM para conteúdo e produções máximas de proteína do leite para os modelos NRC, CPM e AMTS usando a base de dados do NRC (2001) (Schwab et al., 2009, Whitehouse et al., 2009).

	Modelo NRC		
	Ótima Lys	Ótima Met	Ótima Lys/Met
Conteúdo de proteína no leite (%)	7,24	2,38	3,0
Produção de proteína do leite (g/d)	7,08	2,35	3,0
Modelo CPM			
Conteúdo de proteína no leite (%)	7,46	2,57	2,9
Produção de proteína do leite (g/d)	7,51	2,50	3,0
Modelo AMTS			
Conteúdo de proteína no leite (%)	6,68	2,40	2,78
Produção de proteína do leite (g/d)	6,74	2,31	2,92

4. Demanda de aminoácidos para vacas em transição

Quando pensamos a respeito das exigências de AAs de uma vaca leiteira, principalmente de animais ao redor do parto, alguns trabalhos têm nos sugerido que o perfil de AAs exigidos pelos animais não é constante em todas as fases de vida e de produção. Este seria o resultado de fatores como, quais processos biológicos estão ocorrendo mais assiduamente e geram maiores demandas de AAs no organismo, da deficiência prévia destes animais, assim como da composição da dieta que é ofertada.

Além do balanço energético negativo (BEN), muito discutido nas últimas décadas, um balanço proteico negativo (BPN) no pós-parto imediato, às vezes de igual ou até maior relevância que o BEN, tem sido agora caracterizado e discutido. Estima-se que a extensão do balanço proteico negativo pós-parto (nadir ou ponto de mínimo) ocorra em torno do sétimo dia, diminuindo e se tornando positivo até a quarta semana pós-parto (Bell et al., 2000). A proteína disponível neste período parece ser particionada para propósitos glicogênicos apenas no período pós-

parto precoce, uma vez que os AAE não contribuem mais para a liberação de glicose hepática em caráter líquido no período pós-parto (Larsen e Kristensen, 2013).

Com objetivo de estudar a magnitude deste BPN, e do metabolismo de AAs em vacas recém-paridas, Larsen et al. (2014) infundiram caseína no abomaso de vacas leiteiras de modo a suprir todo o déficit de proteína metabolizável estimada até o 29º dia após o parto, ou seja, reduzir o balanço de proteína metabolizável próximo a 0. A produção de leite foi aumentada em impressionantes 7,2 kg/dia de 1 a 29 DEL, bem como a produção de proteína do leite (+452,43 g/dia). Segundo os autores, a redução de apoptose precoce de células alveolares após o parto pode explicar parte do aumento e, principalmente, da persistência do incremento de produção, mesmo após o término do período de infusão de caseína, uma vez que houve maior fornecimento de nutrientes para as células mamárias. Um ponto que nos chama muita atenção nos experimentos citados acima, é que os AAs mais limitantes para estes animais não foram Met e Lys como estamos acostumados a discutir, mas sim leucina (Leu). Com tal evidência, outro grupo de pesquisadores (Yepes et al., 2019) investigaram os efeitos da suplementação de AAs de cadeia ramificada (Leu, Ile e Val) em vacas recém-paridas, porém não encontraram nenhum efeito, além do aumento circulante destes AAs no plasma frente a suplementação. Mais recentemente, Tebbe e Weiss (2021) investigaram a resposta de primíparas e múltíparas ao serem alimentadas com dietas adequadas em PM no pós-parto imediato com um blend de AAs (Met, Lys e His), comparativamente a uma dieta convencional (e muito comum de ser encontrada alimentando vacas recém paridas em fazendas comerciais), com 16,9%PB. Uma observação importante é que, para conseguir chegar ao balanço adequado de PM, os pesquisadores avaliaram uma dieta com 20%PB, com adição de um blend de PNDR e AAs. A resposta em produção comparando a dieta convencional com a PM ajustada foi de incríveis 2 e 5 kg a mais de leite corrigido para energia, para primíparas e múltíparas, respectivamente. Outro ponto interessante foi a redução de marcadores de BPN em animais alimentados adequadamente para sua demanda de PM.

Ainda tratando de vacas no período de transição, normalmente estas apresentam um aumento na lipólise do tecido adiposo devido a alterações hormonais, como redução da insulina circulante (e aumento da insensibilidade do tecido adiposo), aumento das catecolaminas e do glucagon e aumento do hormônio do crescimento. Por consequência aumentam as concentrações de **ácidos graxos não esterificados (AGNE)** no sangue, além da grande demanda que se inicia para a produção de leite. Para que o aproveitamento máximo desses ácidos graxos livres ocorra e a saúde hepática também seja preservada, a via metabólica que leva a oxidação completa destes compostos seria desejada. Uma organela importante dentro dos hepatócitos onde este processo ocorre é a mitocôndria, e a carnitina é fundamental para o transporte de AGNE a partir do citosol para o interior das mitocôndrias, onde ocorre a β -oxidação (Drackley,

1999). A metionina é requerida para a síntese de carnitina (Carlson et al., 2007); portanto, a maior concentração hepática de carnitina (82,1 vs. 37,5 nmol/g de tecido) que foi detectada em vacas suplementadas com Met indica uma maior biodisponibilidade desta para a síntese (Osorio et al., 2014). Do mesmo modo, Tang et al. (2015) identificaram grande dependência de Met para a biossíntese de carnitina em cultura celular. A via de biossíntese deste peptídeo já é bem estudada e esclarecida, e demonstra em sua via metabólica a dependência do aminoácido metionina (Rebouche, 1988), sugerindo um possível maior aproveitamento por alguns tecidos como muscular e hepático em oxidar lipídeos para a obtenção de energia, tornando o animal mais eficiente.

A Met também é um aminoácido essencial envolvido no transporte de lipídios do tecido hepático para outros tecidos como a glândula mamária, auxiliando na síntese de fosfatidilcolina, utilizada na estrutura de formação das lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL). Especificamente sugere-se que desempenha papel vital na transferência de unidades de carbono em vacas leiteiras, modulando a síntese de S-adenosilmetionina (SAM) no ciclo da metionina, e este funciona como um doador de grupos metil na formação de fosfatidiletanolamina e fosfatidilcolina (Osorio et al., 2014).

Outros pesquisadores sugerem que Histidina (His) é provavelmente um potencial limitador de AAs após Lys e Met, particularmente quando as vacas são alimentadas com dietas com baixo teor de PB (deficientes em PM), com dietas baseadas em silagem de milho e alfafa (Lee et al., 2012; Giallongo et al., 2016). Esta potencial deficiência faz sentido quando observamos o baixo conteúdo de His nas bactérias sintetizadas no rúmen e protozoários em comparação com o leite (NRC, 2001; Sok et al., 2017). Possivelmente quanto maior for a contribuição da PMic no total de PM fornecido diariamente para os animais, maior será a deficiência de His.

5. Aporte de aminoácidos e desempenho de vacas em lactação

A resposta ainda mais frequentemente encontrada, e facilmente mensurada, nos experimentos que suplementam ou realizam balanceamento de AAs é o aumento do percentual de proteína do leite e citaremos 3 meta-análises para abordarmos tais resultados. No seu estudo meta-analítico, Vyas e Erdman (2009) avaliaram o efeito do suprimento de Lys e Met em g/d de 23 estudos publicados com vacas em lactação. As respostas observadas de proteína do leite ao consumo diário de Met foi de 4 g de proteína verdadeira do leite por grama de ingestão metabolizável de Met, dentro de um banco de dados com variação de 25 a 70 g por vaca/dia de Met. Da mesma forma, as respostas de proteína do leite à Lys foram de 3,2 g de proteína do leite por grama de ingestão de Lys metabolizável,

com variação de consumo de Lys entre 80 a 203 g por vaca/dia.

Na análise conduzida por Patton (2010), 35 estudos foram utilizados para avaliar os efeitos nos níveis de Lys e Met na PM na resposta de produção de leite e proteína do leite. Neste estudo temos uma interessante comparação das dietas quanto aos diferentes cenários onde a dieta apresentava deficiência ou não dos dois aminoácidos segundo o modelo matemático, e a resposta desta frente a suplementação. No geral, a adição de Met às dietas aumentou a produção de proteína do leite, tanto em porcentagem (0,07%) quanto em rendimento (27 g/d). O consumo de MS diminuiu levemente, enquanto a produção de leite aumentou de maneira muito tímida. Quando as vacas com um balanço positivo previsto de AAs foram suplementadas com Met, a produção de leite aumentou, mas quando o balanço de AAs na dieta foi negativo, a produção de leite foi reduzida. O autor ressaltou que nenhuma evidência dá suporte a necessidade de um alto nível de Lys como pré-requisito para obter uma resposta na proteína do leite frente ao suprimento de Met, como sugerido pelo modelo do NRC (2001).

Mais recentemente, Lean et al. (2018) utilizaram as predições de fluxo de AAs do modelo CNCPS em sua meta-análise de 63 experimentos, com o objetivo de analisar os efeitos do suprimento metabolizável de AAs no desempenho de vacas leiteiras. O aporte de Met metabolizável prevista pelo CNCPS (g/d) foi associado forte e positivamente à porcentagem e produção de proteína do leite, mesmo com pequenas variações no aporte (51,91g vs. 56,96g/d). A produção de leite, entretanto, foi associada positivamente com His, Leu e Trp. O rendimento de proteína verdadeira do leite também foi associado aos níveis de Leu metabolizável, enquanto novamente Lys prevista em g/d não alterou o desempenho dos animais. Os níveis de Lys metabolizável, porém, foram menores do que os normalmente recomendados, bem como a alteração com as suplementações foram muito pequenas (157g vs. 162g). Recentemente, um trabalho realizado por pesquisadores de Illinois (Fehlberg et al., 2020), suplementando grandes quantidades de Lys (7,15%PM) em vacas em transição, conseguiram respostas bem diferentes, com aumentos significativos de leite corrigido para energia. Ainda existem diversas lacunas em aberto quando se fala em Lys, e certamente um dos questionamentos são os níveis de suprimento intestinal deste aminoácido necessário para observarmos resposta, bem como a qualidade da proteção dos produtos disponíveis no mercado. Tais evidências reforçam ainda mais nossa atenção para outros AAs quando tratamos de vacas leiteiras de alto desempenho, principalmente os AAs de cadeia ramificada.

Poucos experimentos têm sido conduzidos com outros AAs, como por exemplo Leu e Ile. Destacamos o recente experimento conduzido por Yoder et al. (2020) investigando efeitos produtivos do maior aporte destes AAs via infusão jugular em vacas de meio de lactação. Além do maior aporte de Leu e Ile trazer aumento da produção de leite corrigida para energia, ele nos traz de modo muito evidente um conceito que abordaremos mais a frente, que é o de que cada AA possui respostas independentes e aditivas na produção de proteína do leite por

exemplo, e não associadas.

O aumento da produção de proteína e de caseína do leite com a suplementação de metionina já é bem descrito na literatura, porém mais recentemente, a maior produção de gordura do leite começou a ser notada em alguns experimentos e na rotina de alguns nutricionistas. Ao observarmos os resultados de 9 artigos publicados com suplementação de uma fonte de metionina protegida ruminalmente em tratamentos de lactação contínua, os dados sugerem um aumento médio de 0,15 pontos percentuais no teor de gordura no leite, mas obviamente esta observação carece de um tratamento estatístico adequado dos dados (Misciattelli et al., 2003; Girard et al., 2005; Socha et al., 2005; Ordway et al., 2009; Ardalan et al., 2010; Chen et al., 2011; Osorio et al., 2013; Zhou et al., 2016; Toledo et al., 2017). Diversas evidências sugerem alguns vínculos entre o suprimento de aminoácidos do organismo com o metabolismo lipídico, e tentaremos abordar brevemente alguns possíveis mecanismos para estas observações.

Para crescer e se dividir, as células devem aumentar a produção de proteínas, lipídios e nucleotídeos, ao mesmo tempo em que suprimem as vias catabólicas. O complexo mTORC1 desempenha um papel central na regulação de todos esses processos e, portanto, controla o equilíbrio entre o anabolismo e o catabolismo em resposta às condições ambientais (Saxton e Sabatini, 2017). A proteína mTOR é formada de dois complexos proteicos denominados complexo 1 da mTOR (mTORC1) e complexo 2 da mTOR (mTORC2). O mTORC1 modula a tradução em resposta a nutrientes, hormônios e fatores de crescimento. Além do hormônio do crescimento e insulina, AAs essenciais também demonstraram estimular a fosforilação de mTORC1 em fragmentos de tecido mamário bovino (Arriola et al., 2014). Curiosamente, os aminoácidos essenciais, individualmente, afetaram de forma independente o estado de fosforilação de mTORC1, e estas alterações foram correlacionadas com mudanças nas taxas de síntese de caseína em fragmentos de tecido mamário. O estado de energia da célula (relação ATP/ADP) inibe mTORC1 quando a célula está em estresse energético, uma vez que a síntese de proteínas é um processo que consome energia. No entanto, esse caminho parece ser menos relevante à ativação do mTORC1 que os aminoácidos, uma vez que as fragmentos de tecido responderam com maior fosforilação de mTORC1 e taxa de síntese de caseína para estes nutrientes, independentemente da presença de acetato ou glicose no meio (Appuhamy et al., 2014).

Uma interação possível dos aminoácidos na lipogênese foi observada usando hepatócitos de truta arco-íris, onde metionina e lisina juntamente a insulina não apenas alteraram a sinalização mTOR, mas também a expressão de enzimas ligadas à produção de ácidos graxos, como a enzima ácido graxo sintase (FAS) (Lansard et al., 2010). Já havia sido demonstrado em estudo anterior (Lansard et al., 2010), usando cultura de células primárias de hepatócitos, que os aminoácidos regulavam o metabolismo hepático a nível molecular em combinação com a insulina. Este estudo mostrava que os aminoácidos isolados

ou em conjunto com a insulina foram capazes de regular a expressão de vários genes envolvidos no metabolismo de carboidratos e lipídios, por um padrão que incluía uma dramática regulação positiva dependente de mTOR. Com tal hipótese, Li et al. (2016) cultivaram células mamárias de bovinos com diversas relações de aminoácidos, e observaram a expressão gênica de diversas enzimas da síntese de ácidos graxos, envolvidas na síntese de cadeias de diferentes tamanhos de carbono, potencialmente ligadas a sinalização pela mTOR, observando as maiores respostas quando as células foram cultivadas em meios com concentrações teoricamente ótimas de todos os aminoácidos essenciais.

Mais recentemente, um grupo de pesquisadores com o objetivo de avaliar apenas o efeito da concentração de metionina das células desta vez de tecido mamário, sobre a ativação do mTORC1 e seus possíveis mecanismos de aumento da expressão de genes ligados ao complexo enzimático da síntese *de novo* da gordura do leite, cultivaram tais células em meios com diferentes concentrações de metionina, e observaram em uma concentração de 0,6mM/L as maiores expressões de SREBP, relação mTORC1 fosforilada e não fosforilada, bem como a maior produção de triacilglicerol (Hao Qui et al., 2018). Tais resultados reforçam ainda mais a possível relação do metabolismo aminoacídico e lipídico, não apenas em não ruminantes ou apenas no tecido hepático.

Claramente o mTORC1 desempenha um papel central na promoção da biogênese lipídica, regulando a expressão de muitos genes lipogênicos, principalmente de uma família importante de fatores de transcrição que estão envolvidos na síntese lipídica composta pelas proteínas de ligação ao elemento regulador de esterol (SREBPs) (Laplante e Sabatini, 2009). Estas proteínas SREBPs são fatores de transcrição de zíperes de Leu hélice-alça-hélice básicos, que regulam a homeostase lipídica pelo controle da expressão de vários genes lipogênicos. A importância dos SREBPs na lipogênese foi destacada por estudos usando camundongos com deleção específica do fígado, que exibem redução no processamento de SREBPs, colesterol e síntese de ácidos graxos no fígado (Caron et al., 2015).

6. Novas abordagens sobre balanceamento de AAs em vacas leiteiras

Há algumas semanas atrás, membros do comitê do novo NRC 2021 (agora chamado NASEM) discutiram no 40th Discover Conference do ADSA as possíveis alterações que serão incorporadas no novo modelo nutricional que há 20 anos não recebia uma atualização. Notadamente, o capítulo de proteína, e mais especificamente AAs, terão grandes mudanças. Especificamente sobre AAs não apenas as exigências e as matrizes nutricionais foram atualizadas, mas todo o conceito deste recebeu uma nova abordagem.

Há tempos a eficiência fixa de utilização da PM para a produção de proteína do leite utilizada no NRC 2001 vinha sido questionada por pesquisadores (White et al., 2017), uma vez que como já discutido, certamente não refletiria uma resposta biológica. Um pouco mais adiante, Lapierre et al. (2020) demonstra em sua revisão que, além da eficiência do uso da PM de fato não se comportar de modo fixo, cada AA possui uma eficiência específica de utilização pela glândula mamária para produção de proteína, e isso irá criar um requerimento específico para determinado animal com suas únicas demandas de manutenção, crescimento e lactação, por exemplo.

Além do melhor entendimento a respeito da eficiência de uso de cada AAs pelo tecido mamário, o modelo também internaliza o conceito de que o processo de síntese de modo geral, mas especificamente falando de proteína do leite, não é apenas dependente do aporte de AAs, mas também de uma interação com o suprimento de energia e características do animal propriamente dito.

Assim, de modo muito resumido, a proposta que provavelmente será incluída no novo NASEM (2021), sugere que não mais sejam balanceadas dietas baseadas para apenas 2 AAs (Met e Lys) como %PM, tampouco em balanço de PM, mas sim suprindo o requerimento de cada um dos AAs essenciais, baseados na eficiência de utilização de cada um deles. Teremos uma eficiência “alvo” e em concomitância uma “real”, ou seja, a que de fato as vacas estão “trabalhando” para dar suporte a produção atual. Além disso, o aporte de energia e peso dos animais passam a fazer parte da equação de previsão de produção de proteína diária do leite.

Obviamente serão mudanças expressivas, e não temos a pretensão de explicar completamente como será o novo modelo, apenas citá-lo em nossa discussão. Acreditamos que será um divisor de águas no modo de balancear AAs para vacas leiteiras, e que possivelmente todos nós precisaremos de tempo para aprender a trabalhar com esta nova abordagem, porém certamente o novo modelo nos trará conceitos biologicamente mais coerentes.

7. Conclusões

Com o aumento constante do desempenho produtivo de vacas leiteiras, precisaremos também evoluir na maneira com que suprimos as necessidades proteicas destes animais. O conceito inicial que precisamos ter em mente é que a vaca possui requerimentos de AAs, não de nitrogênio (lido atualmente como PB). Desde os anos 60 do século passado, pesquisadores têm trabalhado para descobrir e estimar as reais necessidades de cada aminoácido para vacas leiteiras, de maneira geral realizando isto com uma abordagem de dose e resposta à produção de proteína do leite, vendo os AAs como estruturas primárias de formação

de proteínas. Conforme a ciência tem evoluído, novas abordagens também têm emergido, e descobrimos que os AAs não são apenas “blocos de construção” de proteínas, mas moléculas-chaves em diversos processos no metabolismo. Fica cada vez mais elucidado que a eficiência não apenas da síntese proteica ou da utilização do N, mas também energética, estão relacionadas com o aporte de AAs que o organismo recebe.

Fica evidente também que o grau de deficiência de AAs é dependente de inúmeros fatores, como composição da dieta (perfil de AAs dos ingredientes), nível de produção, estágio da vida produtiva, status de saúde, dentre outros. Porém como discutimos anteriormente, talvez nem toda vaca terá a mesma limitação de AAs, tanto em quantidade como em ordem de importância, sugerindo pensarmos em requerimento de AAs, não apenas concentrações a serem atingidas na PM de somente dois (lisina e metionina) dentre os essenciais.

Nos deparamos no Brasil com sistemas de pagamento do leite por qualidade ainda muito tímidos na bonificação por sólidos. Isto num primeiro momento torna mais difícil e pouco estimulante para produtores e nutricionistas a formulação de dietas baseadas no balanceamento de AAs, além das limitações ainda existentes nos modelos nutricionais. Porém, na nossa modesta opinião, embora ainda tímidos, a adoção destes sistemas de pagamento é irreversivelmente crescente, ou seja, um caminho sem volta. Acreditamos ainda que com os esforços da academia para compreender toda a interação existente, ficará cada vez mais claro e preciso, a importância do correto balanceamento de AAs para vacas de alto desempenho.

Referências

Apelo, S. A., Knapp, J. R., & Hanigan, M. D. Invited review: Current representation

and future trends of predicting amino acid utilization in the lactating dairy cow. **Journal of Dairy Science**, 97 (7), 4000-4017, 2014.

Appuhamy, J. A. D. R. N., Knapp, J. R., Becvar, O., Escobar, J., & Hanigan, M. D. Effects of jugular-infused lysine, methionine, and branched-chain amino acids on milk protein synthesis in high-producing dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 94 (4), 1952-1960, 2011.

Ardalan, M., Rezayazdi, K., & Dehghan-Banadaky, M. Effect of rumen-protected choline and methionine on physiological and metabolic disorders and reproductive indices of dairy cows. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, 94 (6), 259-265, 2010.

Bell, A. W., Burhans, W. S., & Overton, T. R. Protein nutrition in late pregnancy, maternal protein reserves and lactation performance in dairy cows. **Proceedings of the Nutrition Society**, 59 (1), 119-126, 2000.

Bateman II, H. G., Clark, J. H., Patton, R. A., Peel, C. J., & Schwab, C. G. Accuracy and precision of computer models to predict passage of crude protein and amino acids to the duodenum of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, 84 (3), 649-664, 2001.

Carlson, D. B., Woodworth, J. C., & Drackley, J. K. Effect of L-carnitine infusion and feed restriction on carnitine status in lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, 90 (5), 2367-2376, 2007.

Caron, A., Richard, D., & Laplante, M. The roles of mTOR complexes in lipid metabolism. *Annual review of nutrition*, 35, 321-348, 2015.

Chen, Z. H., Broderick, G. A., Luchini, N. D., Sloan, B. K., & Devillard, E. Effect of feeding different sources of rumen-protected methionine on milk production and N-utilization in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 94 (4), 1978-1988, 2011.

Doepel, L., Pacheco, D., Kennelly, J. J., Hanigan, M. D., Lopez, I. F., & Lapierre, H. Milk protein synthesis as a function of amino acid supply. **Journal of Dairy Science**, 87 (5), 1279-1297, 2004.

Doepel, L., Lessard, M., Gagnon, N., Lobley, G. E., Bernier, J. F., Dubreuil, P., & Lapierre, H. Effect of postruminal glutamine supplementation on immune response and milk production in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 89 (8), 3107-3121, 2006.

Drackley, J. K. Biology of dairy cows during the transition period: The final frontier? **Journal of Dairy Science**, 82 (11), 2259-2273, 1999.

Fehlberg L.K., Guadagnin A.R., Thomas B.L., Sugimoto Y., Shinzato I., Cardoso F.C. Feeding rumen-protected lysine prepartum increases energy-corrected milk and milk component yields in Holstein cows during early lactation, **Journal of Dairy Science**, Volume 103, Issue 12, 2020, Pages 11386-11400.

Fox, D. G., Tedeschi, L. O., Tylutki, T. P., Russell, J. B., Van Amburgh, M. E., Chase, L. E., Overton, T. R. The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. **Animal Feed Science and Technology**, 112 (1-4), 29-78, 2004.

Fox, D. G., & Tedeschi, L. O. Predicting Dietary Amino Acid Adequacy for Ruminants. *Amino acids in animal nutrition*, 389, 2003.

Giallongo, F., Harper, M. T., Oh, J., Lopes, J. C., Lapierre, H., Patton, R. A., Hristov, A. N. Effects of rumen-protected methionine, lysine, and histidine on lactation performance of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 99 (6), 4437-4452, 2016.

Girard, C. L., Lapierre, H., Matte, J. J., & Lobley, G. E. Effects of dietary supplements of folic acid and rumen-protected methionine on lactational performance and folate metabolism of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 88 (2), 660-670, 2005.

Hanigan, M. D., White, R. R., Apelo, S. I. A., Aguilar, M., Estes, K. A., & Myers, A. Predicting post-absorptive protein and amino acid metabolism. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 47, 2018.

Lansard, M., Panserat, S., Plagnes-Juan, E., Dias, K., Seilliez, I., & Skiba-Cassy, S. L-leucine, L-methionine, and L-lysine are involved in the regulation of intermediary metabolism-related gene expression in rainbow trout hepatocytes. **The Journal of Nutrition**, 141 (1), 75-80, 2010.

Lapierre H, Martineau R, Hanigan MD, van Lingen HJ, Kebreab E, Spek JW, Ouellet DR. Review: Impact of protein and energy supply on the fate of amino acids from absorption to milk protein in dairy cows. **Animal**. 2020 Mar;14(S1):s87-s102.

Lapierre, H., Lobley, G. E., Ouellet, D. R., Doepel, L., & Pacheco, D. Amino acid requirements for lactating dairy cows: Reconciling predictive models and

biology. In **Proc.** Cornell Nutr. Conf., Dept. Anim. Sci., Cornell Univ., Ithaca, NY, p. 39-60, 2007.

Laplante, M., & Sabatini, D. M. mTOR signaling at a glance. **Journal of Cell Science**, 122 (20), 3589-3594, 2009.

Larsen, M., Lapierre, H., & Kristensen, N. B. Abomasal protein infusion in postpartum transition dairy cows: Effect on performance and mammary metabolism. **Journal of Dairy Science**, 97 (9), 5608-5622, 2014.

Larsen, M., & Kristensen, N. B. Precursors for liver gluconeogenesis in periparturient dairy cows. **Animal**, 7 (10), 1640-1650, 2013.

Lean, I. J., De Ondarza, M. B., Sniffen, C. J., Santos, J. E. P., & Griswold, K. E. Meta-analysis to predict the effects of metabolizable amino acids on dairy cattle performance. **Journal of Dairy Science**, 101 (1), 340-364, 2018.

Lee, C., Hristov, A. N., Cassidy, T. W., Heyler, K. S., Lapierre, H., Varga, G. A., Parys, C. Rumen-protected lysine, methionine, and histidine increase milk protein yield in dairy cows fed a metabolizable protein-deficient diet. **Journal of Dairy Science**, 95 (10), 6042-6056, 2012.

Li, S., Hosseini, A., Danes, M., Jacometo, C., Liu, J., & Loor, J. J. Essential amino acid ratios and mTOR affect lipogenic gene networks and miRNA expression in bovine mammary epithelial cells. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, 7 (1), 44, 2016.

Misciattelli, L., Kristensen, V. F., Vestergaard, M., Weisbjerg, M. R., Sejrsen, K., & Hvelplund, T. Milk production, nutrient utilization, and endocrine responses to increased postruminal lysine and methionine supply in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 86 (1), 275-286, 2003.

Noftsker, S., & St-Pierre, N. R. Supplementation of methionine and selection of highly digestible rumen undegradable protein to improve nitrogen efficiency for milk production. **Journal of Dairy Science**, 86 (3), 958-969, 2003.

NRC. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC, 2001.

O'Connor, J. D., Sniffen, C. J., Fox, D. G., & Chalupa, W. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: IV. Predicting amino acid adequacy. **Journal of Animal Science**, 71 (5), 1298-1311, 1993.

Ordway, R. S., Boucher, S. E., Whitehouse, N. L., Schwab, C. G., & Sloan, B. K. Effects of providing two forms of supplemental methionine to periparturient Holstein dairy cows on feed intake and lactational performance. **Journal of Dairy Science**, 92 (10), 5154-5166, 2009.

Osorio, J. S., Trevisi, E. R. M. I. N. I. O., Ji, P., Drackley, J. K., Luchini, D., Bertoni, G., & Loor, J. J. Biomarkers of inflammation, metabolism, and oxidative stress in blood, liver, and milk reveal a better immunometabolic status in periparturient cows supplemented with Smartamine M or MetaSmart. **Journal of Dairy Science**, 97 (12), 7437-7450, 2014.

Osorio, J. S., Ji, P., Drackley, J. K., Luchini, D., & Loor, J. J. Supplemental Smartamine M or MetaSmart during the transition period benefits postpartal cow performance and blood neutrophil function. **Journal of Dairy Science**, 96 (10), 6248-6263, 2013.

Pacheco, D., Schwab, C. G., Berthiaume, R., Raggio, G., & Lapierre, H. Comparison of net portal absorption with predicted flow of digestible amino acids: Scope for

improving current models? **Journal of Dairy Science**, 89 (12), 4747-4757, 2006.

Patton, R. A. Effect of rumen-protected methionine on feed intake, milk production, true milk protein concentration, and true milk protein yield, and the factors that influence these effects: A meta-analysis. **Journal of Dairy Science**, 93 (5), 2105-2118, 2010.

Qi, H., Meng, C., Jin, X., Li, X., Li, P., & Gao, X. Methionine promotes milk protein and fat synthesis and cell proliferation via the SNAT2-PI3K signaling pathway in bovine mammary epithelial cells. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 66(42), 11027-11033, 2018.

Russell, J. B., O'Connor, J. D., Fox, D. G., Van Soest, P. J., & Sniffen, C. J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, 70 (11), 3551-3561, 1992.

Saxton, R. A., & Sabatini, D. M. mTOR signaling in growth, metabolism, and disease. **Cell**, 168 (6), 960-976, 2017.

Schwab, C. G., & Broderick, G. A. A 100-Year Review: Protein and amino acid nutrition in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 100 (12), 10094-10112, 2017.

Schwab, C. G., Whitehouse, N. L., Luchini, D., & Sloan, B. Reevaluation of the breakpoint estimates for the NRC (2001) required concentrations of lysine and methionine in metabolizable protein for maximal content and yield of milk protein. **Journal of Dairy Science**, 92 (Suppl 1), 103, 2009.

Schwab, C. G., Satter, L. D., & Clay, A. B. Response of lactating dairy cows to abomasal infusion of amino acids. **Journal of Dairy Science**, 59 (7), 1254-1270, 1976.

Socha, M. T., Putnam, D. E., Garthwaite, B. D., Whitehouse, N. L., Kierstead, N. A., Schwab, C. G., Robert, J. C. Improving intestinal amino acid supply of pre- and postpartum dairy cows with rumen-protected methionine and lysine. **Journal of Dairy Science**, 88 (3), 1113-1126, 2005.

Sok, M., Ouellet, D. R., Firkins, J. L., Pellerin, D., & Lapierre, H. Amino acid composition of rumen bacteria and protozoa in cattle. **Journal of Dairy Science**, 100 (7), 5241-5249, 2017.

St-Pierre, N. R., & Sylvester, J. T. Effects of 2-hydroxy-4-(methylthio) butanoic acid (HMB) and its isopropyl ester on milk production and composition by Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, 88 (7), 2487-2497, 2005.

Tang, X., Keenan, M. M., Wu, J., Lin, C. A., Dubois, L., Thompson, J. W., Chi, J. T. Comprehensive profiling of amino acid response uncovers unique methionine-deprived response dependent on intact creatine biosynthesis. **PLoS Genetics**, 11 (4), e1005158, 2015.

Tebbe AW, Weiss WP. Concurrent and carryover effects of feeding blends of protein and amino acids in high-protein diets with different concentrations of forage fiber to fresh cows. 1. Production and blood metabolites. **Journal of Dairy Science**. 2021 May;104(5):5583-5600.

Toledo, M. Z., Baez, G. M., Garcia-Guerra, A., Lobos, N. E., Guenther, J. N., Trevisol, E., Wiltbank, M. C. Effect of feeding rumen-protected methionine on productive and reproductive performance of dairy cows. **PloS One**, 12 (12), e0189117, 2017.

Vyas, D., & Erdman, R. A. Meta-analysis of milk protein yield responses to lysine and methionine supplementation. **Journal of Dairy Science**, 92 (10), 5011-5018, 2009.

White, R. R.; Roman-Garcia, Y.; Firkins, J. L.; VandeHaar, M. J.; Armentano, L. E.; Weiss, W. P.; McGill, T.; Garnett, R. and Hanigan, M. D. 2017. Evaluation of the National Research Council (2001) dairy model and derivation of new prediction equations. 1. Digestibility of fiber, fat, protein, and nonfiber carbohydrate. **Journal of Dairy Science** 100:3591-3610.

Whitehouse, N., Schwab, C., Luchini, D., Tylutki, T., & Sloan, B. Comparison of optimal lysine and methionine concentrations in metabolizable protein estimated by the NRC (2001), CPM-Dairy (v.3.0.10) and AMTS. Cattle (v.2.1.1) models. **Journal of Dairy Science**, 92 (Suppl. 1), 103, 2009.

Yepes, F. L., Mann, S., Overton, T. R., Ryan, C. M., Bristol, L. S., Granados, G. E., Wakshlag, J. J. Effect of rumen-protected branched-chain amino acid supplementation on production-and energy-related metabolites during the first 35 days in milk in Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 102 (6), 5657-5672, 2019.

Yoder P.S., Huang X., Teixeira I.A., Cant J.P., Hanigan M.D. Effects of jugular infused methionine, lysine, and histidine as a group or leucine and isoleucine as a group on production and metabolism in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**. 2020 Mar;103(3):2387-2404.

Zhou, Z., Vailati-Riboni, M., Trevisi, E., Drackley, J. K., Luchini, D. N., & Looor, J. J. Better postpartal performance in dairy cows supplemented with rumen-protected methionine compared with choline during the peripartal period. **Journal of Dairy Science**, 99 (11), 8716-8732, 2016.

VIII SIMLEITE

RE
SU
MOS

Effects of thermal treatment with infrared radiation on ruminal degradation and in vitro intestinal digestibility of feedstuffs

E F, Santos¹, V C L Morais¹, J D, Pinheiro¹, P V F, Correa¹, E A C, Lopes¹, M M, Ferreira¹, M I, Marcondes²

Introduction

Cattle farming is constantly under pressure to reduce the impacts caused to the environment. The main factor for this reduction is the better control of nitrogen (N) excretion by ruminants, which is related to the high levels of dietary metabolizable protein (**MP**) (Chase et al., 2012). The most common protein components in cattle feed are derived from oilseeds after extracting the oil. These products have a high concentration of crude protein (**CP**), but about 70% is considered rumen degradable protein (**RDP**) (NRC 2001), and only a small portion of this CP reaches the small intestine intact. This portion is known as rumen undegradable protein (**RUP**). One method to increase the RUP of the diet is thermal processing; therefore, we sought to identify the best heat treatment process to increase the RUP and evaluate the impacts on ruminal degradability (**RD**) and intestinal digestibility (**ID**).

Material and methods

Feed samples (soybean meal, wheat meal, cottonseed meal, corn gluten meal, whole cottonseed, and whole soybean grain) from different regions of Brazil were used. The feeds were submitted to two heat treatments (**TT**) [60 min (**IR60**) and 91 min (**IR91**)], and the control treatment (**CONT**) was not submitted to TT. The TT was carried out using a cardboard box lined with aluminum foil with an infrared lamp of 150 watts and 100 g of individual food samples, and the samples were heated for either 60 or 91 min. After the TT, the samples were ground to be used in incubations in situ (16h) and dry matter (**DM**) and total N. For each sample, 3 replications were performed for each interval of TT and feed, obtaining at the end 300 g of each feedstuff for further analysis and 300g of CONT samples. Four rumen cannulated Nellore steers were used for in situ incubations, weighing 544 kg and 30 months of age, fed a basal diet consisting of corn silage and concentrate. Each feed was incubated at the same time in the four animals at two times of incubation to determine the rumen degradable protein (**RDP**): 16h (NRC, 2001) and 10h (Menezes et al., 2016). After incubation, the samples were removed, washed, and transferred to a 55°C oven for drying (72 h). Next, DM and CP were analyzed, and 10 g of residues were stored for the CP in vitro digestibility

1 Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, Brazil

2 Department of Animal Sciences, Washington State University, Pullman – WA, USA

test. Subsequently, an in vitro digestibility was performed to estimate protein digestion at the intestinal level using the DaisyII technique (Ankom, Fairport, NY). Only samples incubated for 16h were used. The nylon bags with the respective samples were incubated with two enzymatic solutions. First, they were incubated with the pepsin solution for 1h. Second, the bags were washed and incubated in pancreatin solution for 24h. Then, the samples were washed and taken to a 55°C oven for drying (72 h). Lastly, N was determined in the residues.

The results of the ruminal degradation test were evaluated as a 6x3x2 factorial, with 6 feeds (soybean meal, wheat meal, cottonseed meal, corn gluten meal, whole cottonseed, and whole soybean grain), 3 treatments (IR60, IR91, and CONT), and 2 incubation times (10 vs. 16 h). Intestinal digestibility was evaluated using the same model but without the incubation time of 10 h. Data were analyzed using GLIMMIX from SAS (University Edition) in a completely randomized design, adopting 5% as the probability level for type I error.

Results and discussion

Six feeds were tested for the two TT (IR60 and IR91) and at two IR times (10h and 16h, Figure 1). After incubations, was observed that in four out of six feeds, the RD in the IR time of 10 h was different from 16 h ($P < 0.05$). Thus, only samples incubated for 16h were submitted to the intestinal digestibility trial. Feeds from the CONT group had a higher DR ($\bar{x} = 83.75\%$) compared to feeds from the TT, which had a lower DR ($\bar{x} = 63.6\%$). On average, The TT IR91 increased in RUP for the following feeds: corn gluten meal, cottonseed meal, wheat meal, and whole cottonseed. There were no differences for soybean meal and whole soybean seed between the IR60 and IR91. However, TT had no effect on DI for the following feeds: corn gluten meal, soybean meal, whole soybean meal, and whole cottonseed. Lastly, there was an increase in ID with TT for wheat meal and whole cottonseed. We concluded that despite TT IR91 having a greater DR reduction compared to IR60, both TT had similar results for ID. Thus, IV60 is the most advantageous treatment since it demands less time, with reduced labor and energy expenditure, even though we observed a less pronounced effect on wheat meal and whole cottonseed.

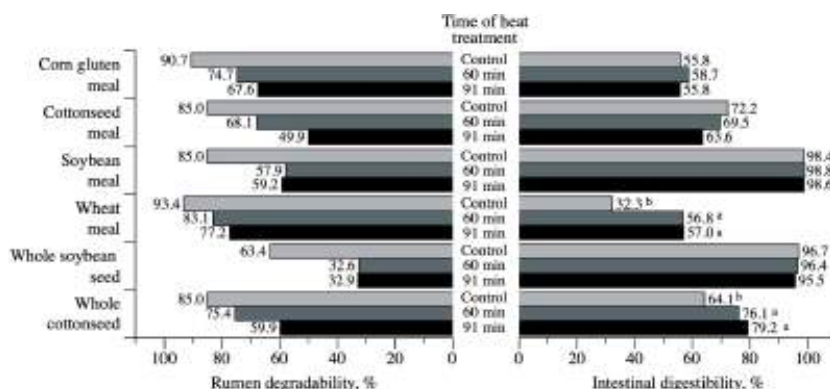


Figure 1 - Ruminal degradability and intestinal digestibility of feeds submitted to three heat treatments.

References

Chase, L. E., R. J. Higgs, and M. E. Van Amburgh. 2012. Feeding low crude protein rations to dairy cows—What have we learned? Pages 32–42 in Proc. 23rd Ruminant Nutrition Symp. University of Florida, Gainesville, FL.

NRC. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 2001. 7th ed. Washington, DC: National Academy Press.

Menezes, A.C.B., S.C. Valadares Filho, M. V. Carneiro Pacheco, P. Pucetti, J.M.V. Pereira, P.P. Rotta, D. Zanetti, B.C. Silva, L.F. Costa E Silva, E. Detmann, T.L. Neville, and J.S. Caton. 2019. Single point ruminal incubation times necessary to estimate rumen degradable protein content in concentrate feeds. *Transl. Anim. Sci.* 3:1686–1690. doi:10.1093/tas/txz058.

Effects of microwave thermal treatment on ruminal degradation and in vitro intestinal digestibility of feedstuffs

*E F, Santos¹, V C L Morais¹, J D, Pinheiro¹, P V F, Correa¹,
E A C, Lopes¹, M M, Ferreira¹, M I, Marcondes²*

Introduction

Livestock is constantly under pressure to minimize its impacts on the environment. A key element in this process is the reduction in the excretion of nitrogen (**N**) due to high levels of dietary metabolizable protein (**MP**) (Chase et al., 2012). The primary protein feeds are by-products of oilseeds after oil extraction. These feedstuffs have between 30-50% crude protein (**CP**), but a large part is considered degradable in the rumen (above 70%, NRC 2001), and only a small fraction of this CP reaches the small intestine intact. One of the methods studied to increase the rumen degradable protein (**RUP**) in feed is thermal processing. Thus, we aimed to identify the best processing method to increase RUP in animal feed, evaluating its impacts on ruminal degradability (**RD**) and intestinal degradability (**ID**).

Material and methods

Samples of feedstuffs (soybean meal, wheat meal, cottonseed meal, corn gluten meal, whole cottonseed, and whole soybean grain) were obtained from different regions of Brazil. The feedstuffs underwent two heat treatment (**TT**) times [30m (**MW30**) and 38m (**MW38**)], while the control (**CONT**) samples were not submitted to TT. The TT was performed in a microwave (**MW**), where the feed samples were placed individually inside the appliance and toasted for two periods (30 and 38m). After the TT, the samples were ground to be used in incubations in situ (16h) and dry matter (**DM**) and total N. For each sample, 3 replications were performed for each interval of TT and feed, obtaining at the end 300 g of each feedstuff for further analysis and 300g of CONT samples. Four rumen-cannulated Nellore steers were used for in situ incubations, weighing 544 kg and 30 months of age, fed a basal diet consisting of corn silage and concentrate. Each feed was incubated at the same time in the four animals at two times of incubation to determine the rumen degradable protein (**RDP**): 16h (NRC, 2001) and 10h (Menezes et al., 2016). After incubation, the samples were removed, washed, and transferred to a 55°C oven for drying (72 h). Next, DM and CP were analyzed, and 10 g of residues were stored for the CP in vitro digestibility test. Subsequently, an in vitro digestibility was performed to estimate protein digestion at the intestinal level using the DaisyII technique (Ankom, Fairport, NY). Only samples incubated

1 Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, Brazil

2 Department of Animal Sciences, Washington State University, Pullman – WA, USA

for 16h were used. The nylon bags with the respective samples were incubated with two enzymatic solutions. First, they were incubated with the pepsin solution for 1h. Second, the bags were washed and incubated in pancreatin solution for 24h. Then, the samples were washed and taken to a 55°C oven for drying (72 h). Lastly, N was determined in the residues. The results of the ruminal degradation test were evaluated as a 6x3x2 factorial, with 6 feeds (soybean meal, wheat meal, cottonseed meal, corn gluten meal, whole cottonseed, and whole soybean grain), 3 treatments (MW30, MW38, and CONT), and 2 incubation times (10 vs. 16 h). Intestinal digestibility was evaluated using the same model but without the incubation time of 10 h. Data were analyzed using GLIMMIX from SAS (University Edition) in a completely randomized design, adopting 5% as the probability level for type I error.

Results and discussion

Six feedstuffs were tested in two TT (30M and 38M) and two ruminal incubation (RI) times (10h and 16h). We observed that the RI time of 10h did not present similar results to the 16h for all feedstuffs, as suggested by Menezes et al. (2016). Thus, only samples incubated for 16h were submitted to the intestinal digestibility trial. There was no interaction between feed and TT for RD. As expected, the RD of CONT was greater than that of 30MW and 38MW, which did not differ from each other ($P > 0.05$, Figure 1). On average, TT reduced approximately 60% of RD. On the other hand, the ID was feed dependent ($P < 0.01$), in which the soybean meal and wheat meal didn't differ between the TT, thus there was no effect on the DI. There was a decrease in ID for soybean and corn gluten meals due to TT (regardless of time). For cottonseed meal, there was an increase in ID only for 38MW. Finally, for the whole cottonseed, there was an improvement in ID with TT. Therefore, we concluded that 30MW and 38MW had similar ID results and significant DR reduction, but 30MW is the most advantageous treatment since it demands less time, with reduced labor and energy expenditure.

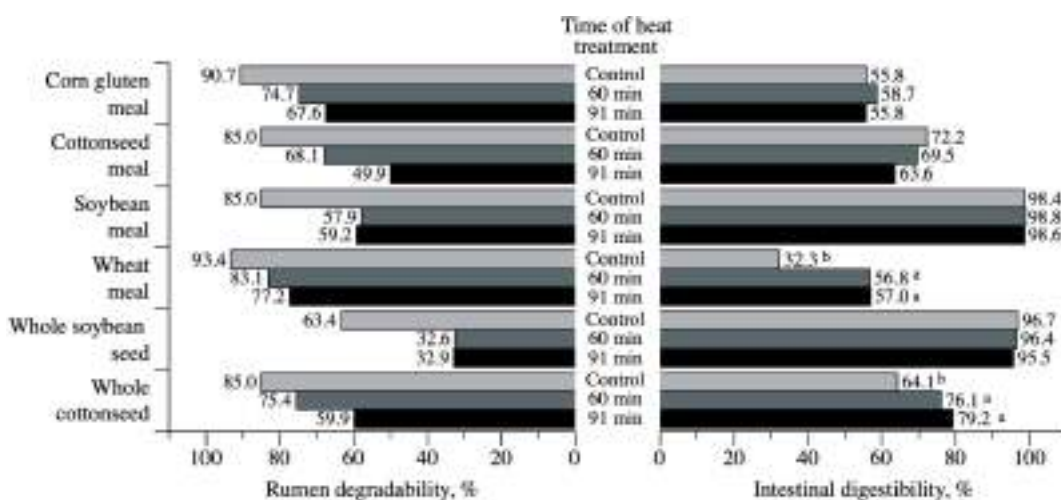


Figure 1- Ruminal degradability and intestinal digestibility of feedstuffs submitted to three heat treatments.

References

Chase, L. E., R. J. Higgs, and M. E. Van Amburgh. 2012. Feeding low crude protein rations to dairy cows—What have we learned? Pages 32–42 in Proc. 23rd Ruminant Nutrition Symp. University of Florida, Gainesville, FL.

NRC. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 2001. 7th ed. Washington, DC: National Academy Press.

Menezes, A.C.B., S.C. Valadares Filho, M. V. Carneiro Pacheco, P. Pucetti, J.M.V. Pereira, P.P. Rotta, D. Zanetti, B.C. Silva, L.F. Costa E Silva, E. Detmann, T.L. Neville, and J.S. Caton. 2019. Single point ruminal incubation times necessary to estimate rumen degradable protein content in concentrate feeds. *Transl. Anim. Sci.* 3:1686–1690. doi:10.1093/tas/txz058.

Degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca e da matéria orgânica de diferentes amostras de silagem de grãos de sorgo e resíduo de cervejaria úmido

F. A. A. Cidrin¹, F. A. S. Silva¹, G. A. P. Souza¹, D. R. Andrade¹, N. V. Trópia¹, Y. C. Eban¹, P. V. R. Paulino², S. C. Valadares Filho¹

Introdução

Os grãos de sorgo e resíduo de cervejaria úmido (RC) têm sido utilizados em dietas de bovinos, tanto na forma de farelo quanto na forma de silagem. Contudo, o processo de ensilagem desses alimentos requer processamento prévio para garantir uma boa qualidade da silagem produzida. O grão de sorgo, por apresentar baixa umidade, necessita passar pelo processo de reidratação para posterior ensilagem (Silva et al. 2020). Por outro lado, o RC, por apresentar elevado teor de água, precisa passar por processo de secagem parcial ou ser ensilado com alguma substância absorvente (Polan et al. 1985). Dessa forma, têm-se levantado os potenciais benefícios da realização de ensilagem desses dois ingredientes de forma conjunta para utilização na alimentação animal. No entanto, os autores não estão cientes de nenhum trabalho avaliando os parâmetros de degradação de silagens contendo grãos de sorgo e RC. Portanto, é importante caracterizar os parâmetros nutricionais destes alimentos. Para isso, técnicas *in situ* podem ser utilizadas, dado que, estas permitem obter resultados rápidos e de reduzido custo. Dessa forma, objetivou-se avaliar os parâmetros da degradação *in situ* da matéria seca (MS) e da matéria orgânica (MO) de diferentes amostras de silagem de grãos de sorgo e RC (SRC).

Material e métodos

Foram utilizados três machos Nelore não castrados (idade média = 8 ± 1 meses; peso corporal médio = $289 \pm 11,2$ kg). Os animais foram alimentados com dieta à base de silagem de milho, com relação volumoso:concentrado de 30:70 (com base na MS). Os parâmetros de degradação *in situ* da MS e da MO de quatro amostras diferentes de SRC foram estimados utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. No processo de produção das silagens, o sorgo seco moído fino (< 2 mm) foi misturado ao RC e em seguida foi adicionado água e inoculante a base de *Lactobacillus Buchneri* (LactoSilo Gold). A composição química das amostras avaliadas está descrita na Tabela 1.

1 Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa - MG, Brasil.

2 Cargill Alimentos.

Tabela 1- Composição química das amostras de silagem de sorgo e resíduo de cervejaria úmido

Amostra	Matéria seca ¹	Proteína bruta ²	Extrato etéreo ²	Fibra em detergente neutro ²	Cinzas ²	Amido ²
SRC01 ³	51,12	11,09	4,22	22,52	1,67	55,17
SRC02 ⁴	53,75	10,87	4,46	20,95	1,57	59,91
SRC03 ⁵	52,42	10,37	4,29	21,86	1,50	59,89
SRC04 ⁶	51,31	11,09	4,34	22,00	1,75	59,52

¹% da matéria natural; ²% da matéria seca; ³silagem de grãos de sorgo e resíduo de cervejaria úmido 01; ⁴silagem de grão de sorgo e resíduo de cervejaria úmido 02; ⁵silagem de grãos de sorgo e resíduo de cervejaria úmido 03; ⁶silagem de grãos de sorgo e resíduo de cervejaria úmido 04.

Para a realização do ensaio *in situ*, as amostras foram submetidas a secagem parcial em estufa a 55°C por 72 h e, posteriormente, moídas a 2 mm. Em seguida, aproximadamente 5 g foram pesados em sacos de náilon com poros de 50 micras, medindo aproximadamente 8 × 15 cm. Foram realizados seis tempos de incubação: 0, 3, 7, 12, 24 e 48 horas, sendo todas as amostras incubadas em todos os animais e em todos os tempos de incubação (Silva et al. 2020). Os teores de MS e matéria mineral foram avaliados nas amostras e nos resíduos da degradação, segundo Detmann et al. (2012). Os parâmetros de degradação ruminal da MS e MO foram estimados pelo processo iterativo do algoritmo Marquardt, com auxílio do programa estatístico SAS, utilizando os modelos de Ørskov & McDonald (1979): $Y = a + b(1 - e^{-kdt})$ e $DE = a + (b \times kd)/(kd + kp)$ em que Y é a degradabilidade potencial; a é a fração solúvel em água; b é a fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável; kd é a taxa de degradação da fração b ; t é o tempo de incubação; DE é a degradabilidade efetiva; e kp é a taxa de passagem de partículas no rúmen, considerada como 5%h⁻¹ (Geron et al. 2007).

Resultados e discussão

A amostra SRC02 apresentou valores numericamente superiores às demais para a fração a , kd e DE (Tabela 2). As demais amostras apresentaram valores numericamente semelhantes entre si. Não foram encontrados na literatura trabalhos avaliando a degradação ruminal de SRC, por isso as comparações foram feitas com os parâmetros de degradação dos alimentos ensilados separadamente.

Tabela 2 - Parâmetros de degradação ruminal da matéria seca e matéria orgânica de diferentes amostras de silagem de grãos de sorgo e resíduo de cervejaria úmido

Amostra	Matéria seca				Matéria orgânica			
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>kd</i>	<i>DE</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>kd</i>	<i>DE</i>
SRC01	32,78	61,14	0,0583	65,7	32,26	61,74	0,0584	65,5
SRC02	37,90	55,24	0,0672	69,6	37,48	55,67	0,0677	69,5
SRC03	34,13	59,88	0,0588	66,5	33,65	60,33	0,0592	66,4
SRC04	34,03	62,07	0,0580	67,4	33,30	62,84	0,0583	67,1

a = fração solúvel; *b* = fração potencialmente degradável; *kd* = taxa de degradação da fração *b*; *DE* = degradabilidade efetiva, calculada considerando taxa de passagem (*kp*) de 5%h⁻¹, segundo a fórmula: $DE = a + (b \times kd) / (kd + kp)$; SRC01 = silagem de grãos de sorgo e resíduo de cervejaria úmido 01; SRC02 = silagem de grão de sorgo e resíduo de cervejaria úmido 02; SRC03 = silagem de grãos de sorgo e resíduo de cervejaria úmido 03; SRC04 = silagem de grãos de sorgo e resíduo de cervejaria úmido 04.

Silva et al. (2020), avaliando a degradabilidade da silagem de grãos reidratados de sorgo encontraram os seguintes valores para as frações *a* e *b* e *kd* da MS: 34,6%, 63,9% e 7%h⁻¹. Os mesmos autores encontraram os seguintes valores para as frações *a* e *b* e *kd* da MO 34,5%, 64,3% e 7%h⁻¹. Os valores encontrados por Silva et al. (2020) para os parâmetros da degradação da MS e MO foram numericamente superiores para as frações *b* e *kd*, em relação aos observados no presente estudo (Tabela 2). Geron et al. (2007) encontraram valores de fração *a* de 3,8%, fração *b* de 62%, *kd* de 5%h⁻¹ e 34,4% de *DE* para degradabilidade ruminal da MS do RC. Os valores encontrados por esses autores foram numericamente superiores para a fração *b* e inferiores para a fração *a*, *kd* e *DE* em relação às amostras avaliadas no presente estudo. As diferenças encontradas entre os parâmetros de degradação observados no presente estudo e os obtidos por Silva et al. (2020) e Geron et al. (2007) podem ser devido ao fato das amostras avaliadas serem oriundas de silagem contendo uma mistura física dos alimentos. No entanto, como não foram mensurados os parâmetros de degradação das silagens dos alimentos individuais no presente estudo, não é possível afirmar se a SRC seria superior ou não as mesmas.

Referências bibliográficas

Detmann, E., Queiroz, A. C., Souza, M. A. Métodos para análise de alimentos -INCT - Ciência Animal. 2012. Visconde do Rio Branco: Suprema 214p.

Geron, L. J. V., Zeoula, L. M., Branco, A. F., Erke, J. A., Prado, O. P. P., Jacobi, G. 2007. Caracterização, fracionamento protéico, degradabilidade ruminal e digestibilidade in vitro da matéria seca e proteína bruta do resíduo de cervejaria úmido e fermentado. Acta Sci. Anim. Sci. v. 29, n. 3, p. 291-299.

Orskov, E.R. and McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci., v.92, p.499-503.

Polan, C.E., Herrington, T. A., Wark, W. A., Armentano, L. E., 1985. Milk production response to diets supplemented with dried grains, wet brewers grains, or soybean meal. *J. Dairy Sci., Savoy*, v. 68, n. 8, p. 2016-2026.

Silva, B.C., Pacheco, M.V.C., Godoi, L.A., Silva, F.A.S., Zanetti, D., Menezes, A.C.B., Pucetti, P., Santos, S.A., Paulino, M.F., Valadares Filho, S.C., 2020. In situ and in vitro techniques for estimating degradation parameters and digestibility of diets based on maize or sorghum. *J. Agric. Sci.* 158, 150–158. <https://doi.org/10.1017/S0021859620000271>.

Parâmetros de degradação ruminal *in situ* da proteína bruta e amido de diferentes amostras de silagem de grãos de sorgo e resíduo de cervejaria úmido

F. A. A. Cidrin¹, F. A. S. Silva¹, G. A. P. Souza¹, D. R. Andrade¹, N. V. Trópia¹, Y. C. Eban¹, P. V. R. Paulino², S. C. Valadares Filho¹

Introdução

O resíduo de cervejaria úmido (RC) e os grãos de sorgo são alimentos concentrados utilizados em dietas de bovinos, tanto na forma de farelo quanto na forma de silagem. Contudo, o processo de ensilagem desses alimentos requer processamento prévio para garantir uma boa qualidade da silagem produzida. Os grãos de sorgo, por apresentarem baixa umidade, necessitam passar pelo processo de reidratação para posterior ensilagem (Silva et al. 2020). Por outro lado, o RC, por apresentar elevado teor de água, precisa passar por um processo de secagem parcial ou ser ensilado com alguma substância absorvente (Polan et al. 1985). Dessa forma, têm-se levantado os potenciais benefícios da realização de ensilagem desses dois ingredientes de forma conjunta para utilização na alimentação animal. Diante disso, conhecer os parâmetros de degradação ruminal destes alimentos é fundamental, pois estes irão influenciar a absorção dos nutrientes e, conseqüentemente, na produção animal. Para isso, técnicas *in situ* podem ser utilizadas, dado que, estas permitem obter resultados rápidos e com reduzido custo. Objetivou-se avaliar os parâmetros de degradabilidade *in situ* da proteína bruta (PB) e do amido de diferentes amostras de silagem de grãos de sorgo e resíduo de cervejaria úmido (SRC).

Material e métodos

Foram utilizados três machos Nelore não castrados (idade média = 8 ± 1 meses; peso corporal médio = 289 ± 11,2 kg). Os animais foram alimentados com dieta à base de silagem de milho, com relação volumoso:concentrado de 30:70 (com base na matéria seca [MS]). Os parâmetros de degradabilidade *in situ* da PB e amido de quatro amostras diferentes de SRC foram estimados utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. No processo de produção das silagens, o sorgo seco moído fino (< 2 mm) foi misturado ao RC e em seguida foi adicionado água e inoculante a base de *Lactobacillus Buchneri* (LactoSilo Gold). A composição química das amostras avaliadas está descrita na Tabela 1.

1 Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa - MG, Brasil.

2 Cargill Alimentos.

Tabela 1 - Composição química das amostras de silagem de sorgo e resíduo de cervejaria úmido

Amostra	Matéria seca ¹	Proteína bruta ²	Extrato etéreo ²	Fibra em detergente neutro ²	Matéria mineral ²	Amido ²
SRC01 ³	51,12	11,09	4,22	22,52	1,67	55,17
SRC02 ⁴	53,75	10,87	4,46	20,95	1,57	59,91
SRC03 ⁵	52,42	10,37	4,29	21,86	1,50	59,89
SRC04 ⁶	51,31	11,09	4,34	22,00	1,75	59,52

¹% da matéria natural; ²% da matéria seca; ³silagem de grãos de sorgo e resíduo de cervejaria úmido 01; ⁴silagem de grão de sorgo e resíduo de cervejaria úmido 02; ⁵silagem de grãos de sorgo e resíduo de cervejaria úmido 03; ⁶silagem de grãos de sorgo e resíduo de cervejaria úmido 04.

Para a realização do ensaio *in situ*, as amostras foram submetidas a secagem parcial em estufa a 55°C por 72 h e, posteriormente, moídas a 2 mm. Em seguida, aproximadamente 5 g foram pesados em sacos de náilon com poros de 50 micras, medindo aproximadamente 8 × 15 cm. Foram realizados seis tempos de incubação: 0, 3, 7, 12, 24 e 48 horas, sendo todas as amostras incubadas em todos os animais e em todos os tempos de incubação (Silva et al. 2020). Os teores de PB e amido foram avaliados nas amostras e nos resíduos da degradação de acordo com Detmann et al. (2012) e Silva et al. (2019), respectivamente. Os parâmetros de degradação ruminal da PB e do amido foram estimados pelo processo iterativo do algoritmo Marquardt, com auxílio do programa estatístico SAS, utilizando os modelos de Ørskov & McDonald (1979) $Y = a + b(1 - e^{-kdt})$ e $DE = a + (b \times kd)/(kd + kp)$, em que Y é a degradabilidade potencial; a é a fração solúvel em água; b é a fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável; kd é a taxa de degradação da fração b; t é o tempo de incubação; DE é a degradabilidade efetiva e kp é a taxa de passagem de partículas no rúmen, considerada como 5%h⁻¹ (Geron et al. 2007).

Resultados e discussão

Os valores para os parâmetros de degradação *in situ* apresentados pela amostra SRC02 foram numericamente superiores em relação às demais, para a fração a, kd e para a DE (Tabela 2). Os valores obtidos para as outras amostras foram numericamente similares entre si. Para as comparações, não foram encontrados trabalhos na literatura avaliando a degradabilidade de silagens contendo grãos de sorgo e resíduo de cervejaria úmido, por isso estas foram feitas com os parâmetros de degradação dos alimentos ensilados separadamente. Avaliando a degradação ruminal do resíduo de cervejaria úmido, Geron et al. (2007) encontraram os seguintes valores para as frações a e b, kd e DE de 4,8%, 61,1%, 5%h⁻¹ e 34,2%, respectivamente, sendo os valores de fração a e a DE numericamente inferiores, fração b intermediária e kd superiores aos do presente estudo (Tabela 2).

Tabela 2 - Parâmetros de degradação ruminal da matéria seca e matéria orgânica de diferentes amostras de silagem de grãos de sorgo e resíduo de cervejaria úmido

Amostra	Proteína bruta				Amido			
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>kd</i>	<i>DE</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>kd</i>	<i>DE</i>
SRC01	47,29	54,78	0,0309	68,2	29,75	74,65	0,0582	69,9
SRC02	50,25	49,63	0,0348	70,6	37,36	66,07	0,0592	73,2
SRC03	46,80	54,89	0,0303	67,5	36,80	65,62	0,0572	71,8
SRC04	48,75	68,64	0,0206	68,8	37,13	68,27	0,0502	71,3

a = fração solúvel; *b* = fração potencialmente degradável; *kd* = taxa de degradação da fração *b*; *DE* = degradabilidade efetiva, calculada considerando taxa de passagem (*kp*) de 5%h⁻¹, segundo a fórmula: $DE = a + (b \times kd) / (kd + kp)$; SRC01 = silagem de grãos de sorgo e resíduo de cervejaria 01; SRC02 = silagem de grão de sorgo e resíduo de cervejaria 02; SRC03 = silagem de grãos de sorgo e resíduo de cervejaria 03; SRC04 = silagem de grãos de sorgo e resíduo de cervejaria 04

Silva et al. (2020) encontraram os seguintes valores para *a*, *b* e *kd* para a degradação do amido da silagem de sorgo reidratado: 36,20%, 61,90% e 11%h⁻¹, sendo estes numericamente intermediários para a fração *a*, inferiores para *b* e superiores para *kd*, em relação as amostras de sorgo e RC avaliadas. As variações para estes parâmetros avaliados podem ser consequência das amostras de silagem de grãos de sorgo e resíduo de cervejaria úmido serem oriundas de uma mistura física dos dois alimentos e não da ensilagem dos alimentos separadamente. No entanto, como não foram mensurados os parâmetros de degradação das silagens dos alimentos individuais no presente estudo, não é possível afirmar se a SRC seria superior ou não as mesmas.

Referências bibliográficas

Detman, E., Queiroz, A. C., Cabral, L. S. 2012. Métodos para análise de alimentos -INCT - Ciência Animal. Visconde do Rio Branco: Suprema 214p.

Orskov, E.R. and McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci., v.92, p.499-503.

Polan, C.E., Herrington, T. A., Wark, W. A., Armentano, L. E. 1985. Milk production response to diets supplemented with dried grains, wet brewers grains, or soybean meal. J. Dairy Sci., Savoy, v. 68, n. 8, p. 2016-2026.

Silva, B. C., Godoi, L. A., Valadares Filho, C. S., Zanetti D., Benedeti, P. D. B., Detmann E. 2019. A suitable enzymatic method for starch quantification in different organic matrices, MethodsX. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2019.09.040>.

Silva, B.C., Pacheco, M.V.C., Godoi, L.A., Silva, F.A.S., Zanetti, D., Menezes, A.C.B., Pucetti, P., Santos, S.A., Paulino, M.F., Valadares Filho, S.C. 2020. In situ and in vitro techniques for estimating degradation parameters and digestibility of diets based on maize or sorghum. J. Agric. Sci. 158, 150–158. <https://doi.org/10.1017/S0021859620000271>.

Técnica *in situ* para estimar parâmetros de degradação da matéria seca e matéria orgânica em dietas à base de milho processado por diferentes métodos

G. A. P. Souza¹, L. A. Godoi¹, B. C. Silva¹ e S. C. Valadares Filho¹

Introdução

Em sistemas intensivos de produção é comum o alto teor de grãos em dietas de ruminantes, sendo o milho a principal fonte energética utilizada. No entanto, a matriz amido-proteína que encapsula os grânulos de amido pode atuar como uma barreira físico-química e, conseqüentemente, comprometer a digestibilidade desse componente em ruminantes (Owens et al., 1986). Portanto, é fundamental entender como os métodos de processamento do milho podem melhorar a disponibilidade do amido, bem como, de outros componentes. Dessa forma, os ensaios de degradabilidade *in situ* têm sido utilizados como alternativa aos experimentos *in vivo*, uma vez que, procedimentos *in vivo* são mais caros, trabalhosos e demandam um maior tempo para a obtenção de resultados (Benedeti et al., 2020). Nesse sentido, objetivou-se avaliar a fração solúvel (A), a fração potencialmente degradável no rúmen (B) e a taxa de degradação da fração B (kd) da matéria seca (MS) e matéria orgânica (MO) de dietas à base de milho processado por diferentes métodos.

Material e Métodos

Foram utilizados cinco bovinos canulados no rúmen, com idade média de 8 ± 1 mês e peso corporal médio de $265 \pm 18,2$ kg, distribuídos em delineamento quadrado latino 5×5 . As dietas experimentais utilizadas foram constituídas por 30% de silagem de milho de planta inteira, 10% de suplemento proteico e mineral e 60% de um dos seguintes tipos de milho processado: grão de milho moído seco (MMS); silagem de grão de milho úmido (SMU); silagem de grão de milho reidratado (SMR). Duas dietas adicionais consistiram em 10% de suplemento proteico e mineral e 90% de snaplage (S-90) ou 80% de snaplage + 10% de stalklage (S-80). Cada período experimental foi composto por 17 dias, sendo 12 dias para adaptação e 5 dias de ensaio de degradabilidade *in situ* das dietas experimentais. Aproximadamente 5 g de cada dieta foi pesada individualmente em sacos de náilon com poros de 50 micras, medindo 8 x 15 cm, e incubada em cada animal (Benedeti et al., 2020; Silva et al., 2020). Para compor a dieta total os ingredientes foram pesados proporcionalmente (base MS) e separadamente, sendo cada dieta incubada apenas no animal que estava sendo alimentado com a respectiva dieta. Foram avaliados nove tempos de degradação ruminal:

¹ Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brasil.

0, 2, 4, 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas. Após o período de incubação, os sacos foram lavados em água corrente até que a água do enxágue ficasse límpida (Silva et al., 2020). Os sacos de tempo zero não foram incubados no rúmen, mas foram lavados usando o mesmo procedimento que os sacos incubados. Os sacos de náilon com as amostras foram secos em estufa a 55 °C por 72 horas. Em seguida, os sacos foram acondicionados em uma estufa a 105 °C por 2 horas e pesados. O resíduo remanescente em cada saco de náilon foi triturado em moinho de facas com peneira de 1 mm e armazenado para posteriores análises. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o procedimento MIXED do SAS (versão 9.4). Os resultados foram considerados significativos quando $P \leq 0,05$.

Resultados e Discussão

As dietas à base de SMU, SMR, S-80 e S-90 apresentaram maior ($P < 0,05$) fração A da MS e MO em relação à dieta MMS (Tabela 1). A dieta contendo MMS apresentou maior ($P < 0,05$) fração B da MS e MO em comparação às outras dietas. As dietas à base de SMU e SMR apresentaram maior ($P < 0,05$) kd da MS e MO em comparação com as dietas contendo MMS e S-80. A dieta S-90 apresentou uma kd intermediária para MS e MO, não diferindo das demais dietas. O processo de ensilagem do grão de milho promove a quebra da matriz amido-proteína (Hoffman et al., 2011), o que pode explicar o aumento na fração A e no kd para as dietas contendo grão de milho ensilado quando comparadas à dieta a base de MMS. As dietas à base de MMS e S-80 apresentaram menor kd da MS e MO. Na dieta à base de MMS, isso pode ser devido à resistência da matriz proteica que recobre os grânulos de amido protegendo-os da degradação microbiana no rúmen, o que conseqüentemente, afeta a disponibilidade de alguns componentes. Por outro lado, na dieta à base de S-80, a inclusão do stalklage pode ter reduzido a qualidade dos componentes da MS, devido ao aumento dos teores de fibra. Conclui-se que, dietas à base de SMU, SMR, S-80 e S-90 podem promover uma maior disponibilidade da MS e MO devido a maior fração A e menor fração B quando comparadas à dieta a base de MMS.

Tabela 1 – Parâmetros de degradação da matéria seca (MS) e matéria orgânica (MO) estimados a partir de incubações in situ de dietas à base de milho com diferentes processamentos

Itens	Dietas ¹					EPM	P-valor
	MMS	SMU	SMR	S-80	S-90		
MS, g/kg							
A ²	261 ^b	578 ^a	538 ^a	531 ^a	553 ^a	24,9	< 0,01
B ³	628 ^a	267 ^b	301 ^b	312 ^b	291 ^b	21,1	< 0,01
kd ⁴	0,07 ^b	0,10 ^a	0,10 ^a	0,07 ^b	0,09 ^{ab}	0,006	< 0,01
MO, g/kg							

Itens	Diets ¹					EPM	P-valor
	MMS	SMU	SMR	S-80	S-90		
A	245 ^b	589 ^a	533 ^a	536 ^a	565 ^a	25,0	< 0,01
B	663 ^a	270 ^b	315 ^b	322 ^b	297 ^b	22,3	< 0,01
kd	0,08 ^b	0,10 ^a	0,10 ^a	0,08 ^b	0,09 ^{ab}	0,005	< 0,01

¹Três dietas experimentais foram compostas de 30% de silagem de milho de planta inteira, 10% de suplemento proteico e mineral e 60% de um dos seguintes métodos de processamento: grão de milho moído seco (MMS); silagem de grão de milho úmido (SMU); silagem de grão de milho reidratado (SMR). Duas outras dietas foram compostas por 10% de suplemento proteico e mineral e 90% de snaplage (S-90) ou 80% de snaplage + 10% de stalklage (S-80).

²Fração solúvel (g/kg)

³Fração potencialmente degradável no rúmen (g/kg)

⁴Taxa de degradação da fração B (h⁻¹)

^{a,b}Médias na linha com diferentes sobrescritos diferem entre si ($P < 0,05$).

Agradecimentos

Ao CNPq, INCT-CA, CAPES e FAPEMIG.

Referências

Benedeti, P. D. B., S. C. Valadares Filho, D. Zanetti, F. F. Silva, B. C. Silva, H. M. Alhadas, J. M. V. Pereira, M. V. C. Pacheco, P. Pucetti, A. C. B. Menezes, F. A. S. Silva, L. A. Godoi and A. S. Santos. 2020. Prediction of in Vivo organic matter digestibility of beef cattle diets from degradation parameters estimated from in Situ and in vitro incubations. *J. Agric. Sci.* 157:711–720. <https://doi.org/10.1017/S0021859620000180>.

Hoffman P. C., N. M. Esser, R. D. Shaver, W. K. Coblenz, M. P. Scott, A. L. Bodnar, R. J. Schmidt and R. C. Charley. 2011. Influence of ensiling time and inoculation on alteration of the starch-protein matrix in high-moisture corn. *J. Dairy Sci.* 94:2465–2474. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3562>.

Owens, F. N., R. A. Zinn and Y. K. Kim. 1986. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. *J. Anim. Sci.* 63:1634–1648. <https://doi.org/10.2527/jas1986.6351634x>.

Silva, B. C., M. V. C. Pacheco, L. A. Godoi, F. A. S. Silva, D. Zanetti, A. C. B. Menezes, P. Pucetti, S. A. Santos, M. F. Paulino and S. C. Valadares Filho. 2020. In situ and in vitro techniques for estimating degradation parameters and digestibility of diets based on maize or sorghum. *J. Agric. Sci.* 158:150–158. <https://doi.org/10.1017/S0021859620000271>.

Influência do tipo de cama do free stall na produção e células somáticas do leite de vacas em lactação.

J. P. F. Gomes¹, T. A. J. Raimundi¹, G. B. Campos², B. M. Martins¹, H. C. Mantovani², M. I. Marcondes³, J. S. Silva⁴, e P. P. Rotta¹.

Introdução

As instalações do tipo *Free Stall* evoluíram bastante ao longo dos anos, principalmente no que se diz respeito ao material usado nas camas. Dentre os diversos materiais comumente utilizados (palha e borracha), a areia é o material mais difundido atualmente.

A escolha do tipo de material a ser utilizado nas camas para os animais em confinamento poderá interferir na produção de leite, saúde e bem estar dos animais (SANTOS, 2015). Assim, o uso adequado de camas neste sistema é essencial para o conforto das vacas, qualidade do leite e saúde do úbere. Por isso, o material para cama deve ter crescimento microbiano baixo, drenagem de umidade adequada e facilidade de limpeza (DIBBERN & SANTOS, 2013) para evitar o aumento dos patógenos causadores de mastite e outras desordens sanitárias (GANTNER et al., 2017).

Neste sentido, objetivou-se comparar o uso da areia e serragem em sistemas de *Free Stall*, avaliando parâmetros relacionados à produção de leite (PL) e CCS. A hipótese é que a serragem possa substituir a areia sem alterações na produção de leite e CCS.

Material e métodos

O experimento foi realizado na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite (UEPE – GL) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), no período de 01 de setembro a 07 de outubro de 2020.

O experimento teve duração de 60 dias, sendo 21 dias iniciais para adaptação das vacas às condições ambientais e 7 dias para adaptação à cama. O trabalho foi conduzido em galpão do tipo *Free Stall* com 16 vacas Holandesas em lactação, com produção média de 38 ± 9 L/dia, peso médio de 600 ± 59 kg, DEL médio de $124,7 \pm 91$ dias e ordem de lactação média de $2,2 \pm 1,1$. Os animais receberam três refeições diárias (06h30min, 12h00min e 14h30min) composta por silagem de milho, feno de tifton, caroço de algodão, concentrado à base de farelo

1 Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brasil

2 Departamento de Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, Brasil

3 Department of Animal Sciences, Washington State University, Pullman - WA, United States of America

4 Departamento de Microbiologia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brasil

de soja e milho fubá, premix mineral e vitamínico e água *ad libitum*. As vacas foram divididas em dois grupos de 8 animais cada. Cada baía possuía 12 camas individuais, contudo 4 camas foram isoladas em cada baía para que a relação cama:vaca ficasse em 1:1, portanto, foram utilizadas 16 camas individuais divididas igualmente para os dois grupos de 8 animais e cada grupo recebeu um tipo de material para cama (areia ou serragem). O manejo da cama consistia na retirada das placas de fezes 2 vezes por dia, seguido de uma leve espalhada do material para arrumar a superfície da cama e reposição uma vez por semana.

As vacas foram ordenhadas três vezes ao dia: (06h30min, 14h30min e 20h30min), e durante o estudo, a produção de leite foi registrada uma vez por semana, totalizando quatro períodos de avaliação. Também foram coletadas amostras individuais do leite para realização da contagem de células somáticas (CCS) via teste rápido Somaticell® uma vez por semana, totalizando quatro análises. A análise estatística da produção de leite e CCS foram realizadas no Software SAS (SAS University Edition) considerando o delineamento inteiramente casualizado em esquema de medidas repetidas no tempo.

Resultados e discussão

O tipo de cama avaliado nesse estudo não influenciou ($P > 0,05$) a PL dos animais (Tabela 1), provavelmente devido às boas condições mantidas nas diferentes superfícies de cama que foram avaliadas. Não foram encontrados estudos que avaliaram cama de areia e serragem em clima tropical. No entanto, avaliando tapete de borracha e areia durante o outono e inverno na Dinamarca, Andreasen & Forkman (2012) observaram uma maior PL para as vacas mantidas em cama de areia. A cama com serragem mostrou-se uma alternativa interessante para o sistema Free Stall pois não afetou negativamente a PL de vacas de alta produção. Cabe ressaltar que esse estudo avaliou apenas 1 mês e que estudos mais longos são necessários para entender como a serragem se comporta ao longo do tempo.

Vacas manejadas em cama de serragem apresentaram maior CCS quando comparadas a vacas em cama de areia ($P < 0,05$; Tabela 1). Apesar das vacas alojadas nas camas de serragem apresentarem uma média de CCS 8,7 % maior, este resultado não afetou os casos de mastite clínica (mastite clínica não foi diagnosticada para ambos tratamentos). Os animais mantidos em camas de areia apresentaram CCS de 194 enquanto vacas em cama de serragem apresentaram uma CCS de 211 mil. Ambos os tratamentos resultaram em valores abaixo do preconizado pela Instrução Normativa N° 76, de 26 de novembro de 2018 que indica que os índices permitidos de CCS é de 500.000 células/mL (MAPA, 2018). A serragem, por ser um material orgânico, pode apresentar um maior desenvolvimento de microrganismos e por possuir partículas muito finas, tende a aderir com maior facilidade aos tetos aumentando o risco de infecção intramamária (Dibbern & Santos, 2013).

Ao favorecer um ambiente limpo e confortável ao animal, conseqüentemente irá influenciar a higiene da vaca, reduzindo a incidência de mastite e melhorando a qualidade e a produção de leite (Leso et al., 2020). Em um estudo conduzido por Oliveira et al. (2020) com animais Holandês em free stall sob condições tropicais concluiu que a maravalha de eucalipto e sabugo de milho triturado são eficientes para serem utilizados como cama orgânica, pois os animais apresentaram baixa contagem de células somáticas, e, não interferiram no número de casos de mastite clínica. A serragem pode ser utilizada como material para cama quando se avalia a efetividade na qualidade do leite das vacas pois ela proporciona condições para menor infecção ao animal.

Tabela 1- Produção de leite (PL; kg/dia) e Contagem de Células Somáticas (CCS; 10^5 mil cel./mL) de acordo com o tipo de cama

Item	Cama		EPM ¹	Período				P-valor		
	Areia	Serragem		P1	P2	P3	P4	Cama	Per.	Cama × Per.
PL	39,90	42,40	2,26	40,30	41,80	41,60	41,00	0,43	0,23	0,15
CCS (Log10)	1,94	2,11	0,06	1,98	2,16	2,03	1,94	0,04	0,24	0,23

¹ Erro padrão da média;

Referências

- Andreasen, S. N.; Forkman, B. 2012. The welfare of dairy cows is improved in relation to cleanliness and integument alterations on the hocks and lameness when sand is used as stall surface. *J. Dairy Sci* 95:4961-4967.
- Dibbern, A. G., Santos, M. V. 2013. Uso adequado da cama afeta a saúde da glândula mamária de vacas leiteiras. *Leite Integral*. Disponível em: < <https://www.revistaleiteintegral.com.br/noticia/uso-adequado-da-cama-afeta-a-saude-da-glandula-mamaria-de-vacas-leiteiras> >. Acesso em: 09 ago 2021.
- Gantner, V., Bobic, T., Gantner, R., Gregic, M., Kuterovac, K., Novakovic, J., Potocnik, K. 2017. Differences in response to heat stress due to production level and breed of dairy cows. *International Journal of Biometeorology* 61:1675-1685. doi: 10.1007/s00484-017-1348-7
- Leso, L., Barbari, M., Lopes, M. A., Damasceno, F. A., Galama, P., Taraba, J. L., & Kuipers, A. 2020. Invited review: Compost-bedded pack barns for dairy cows. *J. Dairy Sci* 103:1072-1099. doi: 10.3168/jds.2019-16864.
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2018. Instrução Normativa Nº 76, de 26 de novembro de 2018. *Diário Oficial Da União*, Ed. 230, p.9, publicado em 30/11/2018.
- Oliveira, A. C., Marques, L. R., Almeida, J. V. N., Leão, K. M., & Marques, T. C. 2020. Impacto do tipo de cama orgânica no desempenho produtivo e reprodutivo de vacas Holandesas estabuladas em free stall. *Res, Soc and Develop*, v. 9, n. 10, p. e1989108607-e1989108607, 2020.
- Santos, M. V. 2015. Manejo de cama e qualidade do leite. *MilkPoint*,. Disponível em: < <https://www.milkpoint.com.br/colunas/marco-veiga-dos-santos/manejo-de-cama-e-qualidade-do-leite-205715n.aspx> >. Acesso em: 09 ago 2021.

Teores de matéria seca e proteína bruta de silagens da planta inteira de milho submetida a diferentes alturas de corte

E. F. S. do Amaral¹, L. A. G. Trindade², M. D. de Lima³, F. J. T. Martins⁴, T. G. S. Braz⁵, M. H. F. Mourthé⁵

Introdução

A silagem de milho é a principal fonte de volumoso utilizada em vários sistemas de produção de leite, sobretudo devido à produtividade em matéria seca por área e aos benefícios nutricionais que ela pode ofertar. Dessa forma, novas metodologias têm sido incorporadas a todo processo produtivo da silagem já que a sua qualidade exige precisão na colheita, na ensilagem e no manejo do silo. Assim, estudos que avaliem as práticas de colheita, atrelados a incorporação e desenvolvimento de novas técnicas de processamento fazem-se necessários (Ferraretto et al., 2018). Portanto, o estudo objetivou-se avaliar os teores de matéria seca (MS) e de proteína bruta (PB) da silagem da planta inteira de milho submetida a diferentes alturas de corte.

Material e métodos

O estudo foi conduzido no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, localizado no município de Montes Claros (MG) (Latitude 16° 40' 59.35"S e longitude 43° 50' 17.27"W). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos pelas silagens de milho (híbrido R9080, KWS ®) produzidas com o corte da planta feito nas alturas de 20; 50; 80 e 110 cm em relação à superfície do solo.

A colheita da forragem foi realizada, manualmente, 110 dias após o plantio, quando as plantas atingiram teores de MS em torno de 30 g / 100 g de matéria natural. As plantas foram processadas em picadeira estacionária com tamanho de partículas entre 1 a 2 cm para à adequada compactação da massa ensilada (massa específica entre 550 kg m⁻³). Para a confecção das silagens, foram utilizados silos experimentais de PVC (Policloreto de vinila), com dimensões de 40 cm de comprimento e 10 cm de diâmetro. Após o enchimento, os silos foram fechados com tampas dotadas de válvula tipo Bunsen e lacrados com fita adesiva. Após 45 dias de conservação, os silos foram abertos, pesados e o material central do silo

1 Graduando em Medicina Veterinária, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte-MG, Brasil.

2 Mestrando em Produção Animal, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros-MG, Brasil.

3 Graduando em Zootecnia, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros-MG, Brasil.

4 Graduando em Agronomia, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros-MG, Brasil.

5 Docente do Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros-MG, Brasil.

foi homogeneizado e amostrado (200 g) para determinação da MS da silagem. Após pré-secagem, as amostras foram picadas em moinho do tipo Willey com peneira de 1 mm e determinados os teores matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) conforme metodologia descrita por Detmann et al., (2012).

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão pelo software R Studio com 5% de probabilidade para o erro tipo I.

Resultados e discussão

As alturas de corte da planta influenciaram ($p < 0,05$) os teores de MS e PB (Tabela 1). O teor de MS aumentou linearmente ($p < 0,05$) concomitante a elevação na altura de corte, com incremento de 0,043 unidades percentuais para cada centímetro aumentado. Provavelmente, esse efeito resultou da menor participação do colmo e maior proporção da espiga e folha em relação a planta inteira. Corroborando com esta afirmação, os teores de MS observado para folhas, colmo e espiga foram de 33,66; 29,54 e 34,53 g/100g de matéria natural, respectivamente.

Tabela 1- Teor de Matéria Seca e Proteína Bruta de silagens da planta de milho colhidas em diferentes alturas de corte.

Parâmetro	Altura de Corte (cm)				Equação	r^2
	20	50	80	110		
MS ¹	33,29	34,99	35,38	37,54	$\hat{Y} = 32,453 + 0,043x$	0,94
PB ²	4,90	5,01	5,12	5,77	$\hat{Y} = 4,61 + 0,0090x$	0,81

¹Matéria Seca (g/100g de matéria natural); ²Proteína Bruta (g/100g de matéria seca).

A concentração de PB da planta aumentou linearmente ($p < 0,05$) com a elevação da altura de corte, notando-se acréscimo de 0,009 unidades percentuais para cada centímetro elevado. Este efeito é decorrente da maior concentração desse nutriente nas folhas superiores e na espiga em relação ao colmo. Todas as silagens apresentaram teores adequados da ensilagem preconizados na literatura (25 a 40 g/100 g de matéria natural). O maior teor de MS com aumento da altura de corte também pode propiciar silagens de melhor qualidade nutricional, pois sabe-se que a digestibilidade do colmo tende a ser inferior comparada a da folha e espiga. Entretanto, para a correta decisão da altura de corte, deve ser considerada também a produção de MS. Da mesma forma, o maior teor de PB da silagem com o aumento da altura de corte é uma vantagem nutricional, desde que a planta seja colhida no ponto adequado. Portanto, o corte da planta a 110 cm é recomendado para aumentar o valor nutricional da silagem visando à alimentação de categorias de bovinos mais exigentes, tal qual vacas de alta produção.

Referências

Detmann, E., M.A. Souza, and S.C. Valadares Filho. 2012. Métodos para Análises de Alimentos. 1st ed. Ed. Suprema, Visconde do Rio Branco.

Ferraretto, L.F., R.D. Shaver, and B.D., Luck. 2018. Silage review: Recent advances and future technologies for whole-plant and fractionated corn silage harvesting. J. Dairy Sci. 101:3937-3951. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13728>.

Uso de inoculante a base de ácido propiônico em silagem de cereais de inverno

T.J. Tonin¹, J. Viégas¹, W.G. Cerutti¹, S.N. Perreira¹, L.L. Schumacher¹

Introdução

Assilagens de cereais de inverno são alternativas para produção de forragem conservada durante o inverno no centro sul do Brasil. As principais espécies para essa finalidade são aveia, cevada e trigo, por aliarem boa produtividade de matéria seca (MS) e excelente valor nutritivo (Meinerz et al., 2011). No entanto, as silagens destes cereais possuem riscos elevados de perdas do valor nutricional durante a fermentação, devido à baixa MS no ponto ideal de corte e características como maior poder tamponante da forragem, que resultam em maior tempo de fermentação anaeróbica (Fontanelli et al., 2009). O uso de ácido propiônico (AP) tem sido indicado para melhorar a estabilidade aeróbica da silagem, mas por ser um ácido, pode auxiliar na fase de fermentação anaeróbica, com queda mais rápida do pH do silo e diminuir perdas de nutrientes da silagem (Kung Jr et al., 2018). O objetivo deste estudo foi avaliar o valor bromatológico e a produção de ácidos em silagens de cereais de inverno inoculados com ácido propiônico.

Material e métodos

O experimento foi realizado no ano agrícola de 2017, na cidade de Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul. A semeadura das cultivares de aveia (cv. Taura), cevada (cv. BRS Cauê) e trigo (cv. TBIO Energia 1) ocorreu em junho e a ensilagem em setembro, quando as plantas estavam em estágio reprodutivo de grãos pastoso a farináceo, 98 dias após a semeadura. A forragem foi colhida a 10 cm de altura e picada. Adicionou-se então o tratamento com AP em cada uma das cultivares, através da inoculação com inoculante comercial (MOLD-ZAP – Alltech), com dosagem conforme recomendação do fabricante. Também, em cada cultivar havia um tratamento controle, sem a inoculação. Após 45 dias da ensilagem, os silos foram abertos e amostras de 500 g de silagem tomadas de cada silo. As amostras foram secas em estufa a 55° C por 72 horas, moídas em partículas de 1mm e enviadas ao laboratório para análise em equipamento NIRS do laboratório EsalqLab – USP. O delineamento foi inteiramente casualizado (DIC) em fatorial (3 x 2), com três espécies, inoculadas ou não e quatro repetições (mini silos plásticos de 10 kg cada compactados e fechados manualmente). A análise estatística considerou as espécies (E), inoculação (I) e a interação entre ambas (E x I). As médias foram comparadas pelo teste t com uso do programa estatístico SAS Institute – Versão Studio e consideradas significativas se $P \leq 0,05$.

Resultados e discussão

Os resultados demonstraram que o trigo e a cevada são espécies precoces, que atingem o ponto de ensilagem em menor tempo após a semeadura (Fontanelli et al., 2009) e que o uso do AP como aditivo mantém os teores de

¹ Departamento de Zootecnia – Universidade Federal de Santa Maria – RS

MS das silagens desses cereais mais elevados comparado ao controle (Tabela 1). Teores mais elevados de açúcares solúveis também foram encontrados nas silagens de todas as espécies que foram inoculadas com AP. Os açúcares solúveis (AS) são fonte primária de hexoses de glicose para as principais bactérias homo e heterofermentativas (Kung Jr et al., 2018). O maior teor desses açúcares nas silagens com uso do inoculante pode demonstrar estabilização mais rápida, com queda de pH mais acelerada e cessamento da atividade dos microrganismos fermentativos (Kung Jr et al., 2018). O uso do inoculante, entretanto, causou menor quantidade encontrada de ácido acético (AA), devido a relação inversa entre teor de MS e a concentração de AA nas silagens (Kung Jr et al., 2018). O teor de ácido láctico não apresentou diferença entre os tratamentos. Os resultados indicam que a duração da atividade fermentativa das silagens inoculadas pode ser menor que as não inoculadas, havendo menor uso de substrato energético. Houve menor conteúdo de PB nas silagens inoculadas, o que pode estar relacionado com a menor produção de nitrogênio amoniacal das silagens. Maior nível nitrogênio amoniacal das silagens é indicador de atividade proteolítica e enzimática mais intensa (Kung Jr et al., 2018) e essa forma de nitrogênio representa boa parte da fração solúvel da PB nas silagens.

Tabela 1. Composição química de silagens de aveia, cevada e trigo com uso de inoculante a base de ácido propiônico

	Espécie(E)			Inoculação(I)		Estatística				
	Aveia	Cevada	Trigo	Sem	Com	Média	EPM ⁹	E ¹⁰	I ¹⁰	E x I ¹⁰
MS ¹	35,45 ^b	39,13 ^{ab}	42,00 ^a	35,60 ^B	42,12 ^A	38,86	1,28	0,037	0,003	0,967
Amido	8,21	8,63	8,07	8,73	7,87	8,30	0,50	0,457	0,090	0,686
AS ²	1,98 ^b	1,85 ^b	3,93 ^a	1,94 ^B	3,23 ^A	2,58	0,40	0,024	0,050	0,172
FDNc ³	61,81 ^a	57,75 ^b	58,71 ^b	58,68	60,16	59,42	0,63	0,012	0,150	0,449
ELI ⁴	1,11	1,16	1,18	1,17	1,13	1,15	0,02	0,364	0,377	0,391
AL ⁵	4,02	3,98	4,27	4,38	3,80	4,09	0,22	0,837	0,209	0,331
AA ⁶	2,00 ^a	1,66 ^{ab}	1,44 ^b	1,98 ^A	1,42 ^B	1,70	0,13	0,041	0,015	0,339
PB ⁷	14,45	14,95	15,00	15,83 ^A	13,76 ^B	14,80	0,41	0,774	0,011	0,270
NH ⁸	14,10 ^a	12,80 ^{ab}	10,20 ^b	14,70 ^A	10,00 ^B	12,40	0,80	0,031	0,001	0,921

Médias minúsculas nas linhas: comparação entre espécies; Médias maiúsculas nas linhas: comparação entre sem inoculação ou com inoculação; ¹ Matéria seca; ² Açúcares solúveis (% na MS); ³ Fibra em detergente neutro corrigida para teor de cinzas (% na MS); ⁴ Energia líquida de lactação (Mcal/kg de MS); ⁵ Ácido láctico (% na MS); ⁶ Ácido acético (% na MS); ⁷ Proteína Bruta (% na MS); ⁸ Teor de nitrogênio amoniacal (% da PB); ⁹ Erro padrão da média; ¹⁰ Valor de P para efeitos de espécie (E), inoculação (I) e interação entre ambos (E x I).

Não foram observadas alterações no teor de amido, fibra em detergente neutro corrigida para cinzas (FDNc) e energia nas silagens com o uso do inoculante. Ambos os cereais mantiveram estáveis os níveis de amido, de energia e PB, mas a silagem de trigo apresentou maior conteúdo de AS e menores de FDNc,

menor produção de ácido acético e nitrogênio amoniacal. O uso do inoculante em silagens de aveia, cevada e trigo realizadas no estágio reprodutivo com maior parte dos grãos em estágio farináceo mantém teores de MS e AS mais elevados, diminuindo a produção de ácido acético e nitrogênio amoniacal, indicando estabilização mais rápida do processo de fermentação anaeróbica dos silos.

Agradecimentos

Ao apoio financeiro da CAPES e ALLTECH do Brasil

Referências

- Fontaneli, R.S., Fontaneli, R.S.; Santos, H.P., Nascimento Junior, A., Minella, E., Caierão, E. 2009. Rendimento e valor nutritivo de cereais de inverno de duplo propósito: forragem verde e silagem ou grãos. *Rev. Bras. Zoot.* 38:2116-2122.
- Jobim, C. C., Nussio, L.G., Reis, R.A., Schmidt, P. 2007. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. *Rev. Bras. Zoot.*, 36: 101-119.
- Kung, L., Shaver, R. D., Grant, R. J., Schmidt, R. J. 2018. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *J. Dairy Sci.* 101:4020-4033.
- Meinerz, G. R., Olivo, C. J., Viégas, J., Nörnberg, J. L., Agnolin, C. A., Scheibler, R. B., Fontaneli, R. S. 2011. Silagem de cereais de inverno submetidos ao manejo de duplo propósito. *Rev. Bras. Zoot.*, 40: 2097-2104.

Produção de gás *in vitro* de silagens de milho e sorgo provenientes de plantas inoculadas

T. J. Tonin¹, J. Viégas¹, S. N. Pereira², L. L. Schumacher², F. R. Skonieski³

Introdução

A participação de amido está relacionada a produtividade de grãos e é determinante da qualidade das silagens de milho e sorgo, pois determina o valor energético do alimento, que é o principal atributo desse tipo de volumoso quando presente nas dietas das vacas (Ferraretto et al., 2013). Aumento da produção de grãos e de matéria seca em plantas de milho tem sido observada em estudos com a inoculação das sementes com estirpes de bactéria da espécie *Azospirillum brasilense* (Skonieski et al., 2017). Esse microrganismo associativo e endofítico é capaz de alterar a produção de fitohormônios pelas plantas, causando aceleração do crescimento e aumento da produtividade (Hungria et al., 2011). Uma vez alterada a participação de grãos, o maior aporte de carboidratos solúveis pode modificar a digestibilidade da silagem, resultando em maiores taxas de degradação e produção total de gás. Este trabalho objetivou avaliar os efeitos da inoculação com *A. brasilense* em plantas de milho e sorgo ensiladas e seus efeitos sobre o comportamento da digestibilidade *in vitro* avaliando o volume de gás produzido.

Material e Métodos

Foram semeadas parcelas de 13,5 m² (2,25m x 6m) de 5 linhas de 0,45m de entre linhas, com os híbrido de milho (AG8780) e sorgo silageiro (AG2005) com densidades de semeadura de 60.000 e 120.000 plantas ha⁻¹, respectivamente. Na semeadura foram alocados os tratamentos em delineamento inteiramente casualizado (2 x 2) e quatro repetições cada. Os tratamentos foram as sementes de milho e sorgo inoculadas e não inoculadas (controle) com estirpes de *A. brasilense*, com uso do inoculante comercial AzTotal (Total Biotecnologia). As ensilagens foram realizadas quando as plantas de milho estavam com os grãos em ½ da linha do leite e de sorgo quando os grãos estavam entre grãos pastoso e farináceo. As plantas foram cortadas, trituradas e manualmente ensiladas em mini silos laboratoriais. Cem dias após a ensilagem, os silos foram abertos e foram tomadas amostras de silagens, secas em estufa de ar a 55°C por 72 horas e então moídas em moinho tipo Willey com crivos e peneira de 1mm. Uma alíquota de dois gramas da amostra foi retirada para avaliação da matéria seca total em estufa a 105°C. Outra alíquota de um grama de matéria seca foi alocada em vidros laboratoriais, que foram incubados com líquido ruminal, tamponados, vedados, pressurizados com CO₂ e colocados em estufas de banho Maria a 39°C com

1 Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, Brasil

2 Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, Brasil

3 Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Dois Vizinhos-PR, Brasil

agitação constante. Foram mensuradas a produção de gases nos intervalos de 3, 6, 9, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 72 e 96 horas após início da incubação (Theodorou et al., 1994). Os dados de comportamento da produção de gases com os tempos de incubação foram estudados submetendo-os ao teste de regressão, enquanto o volume final de gás produzido pela comparação de médias pelo teste *t* de Student. Os ajustes do melhor modelo de regressão (linear ou quadrática) considerou o maior coeficiente de determinação (R^2) e no teste *t* se o valor de *F* significativo quando menor que 0,05.

Resultados e discussão

As silagens de milho que receberam a inoculação com *A. brasilense* (SMI) tiveram maior taxa inicial de degradação da matéria seca (MS) (Figura 1) com taxas de produção inicial de gás de mais de 20 ml/g MS, enquanto as silagens de milho a partir de plantas não inoculadas (SMNI) produziram em média, 15 ml/g MS. Vinte e quatro horas após o início da incubação as silagens passaram a ter igualdade em volume de gás produzido pela fermentação. Entre as silagens de sorgo, as silagens oriundas da inoculação das plantas (SSI) possuíram maior digestibilidade da MS que as silagens de sorgo de plantas não inoculadas (SSNI), até as 24 horas. Entre as espécies, o comportamento é distinto, pois percebe-se que o milho possui maiores taxas de degradação iniciais, entre 0 e 9 horas de incubação e menor produção total de gás. Já nas silagens de sorgo as maiores taxas de produção de gás foram observadas entre as 12 e 18 horas.

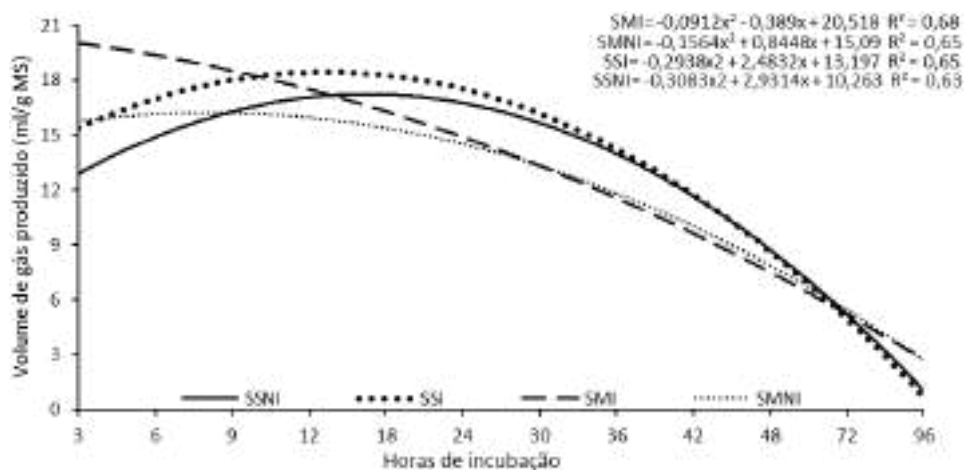


Figura 1 - Volume produzido de gás ao longo das 96 horas de incubação das silagens de milho e sorgo, inoculadas ou sem inoculação das plantas

O volume de gás final produzido nas 96 horas de incubação foi maior ($P < 0,05$) para a SSI, com média de 161,08 ml/g MS. Em seguida, vieram as SMI (156,4 ml/g MS) de SSNI (152,2 ml/g MS), com médias semelhantes ($P > 0,05$), mas inferiores ($P < 0,05$) as de SSI. O pior desempenho em termos de volume de gás veio da SMNI

(145,1 ml/g MS), cuja média foi inferior ($P < 0,05$) a todas as outras. O comportamento mostrou que as plantas de milho e sorgo inoculadas provavelmente possuíam maior teor de amido quando foram ensiladas, resultando em maiores taxas iniciais de produção de gás. A presença de carboidratos solúveis, como amido, concomitante ao nitrogênio solúvel fornecido pela amônia da silagem aumentam a síntese microbiana e aceleram a degradação do alimento (Ferraretto et al., 2013). Então, é possível, que a maior produção de grãos e folhas de plantas inoculadas com *A. brasilense* (Hungria et al., 2010) beneficiem a qualidade nutricional das silagens de suas plantas, aumentando a degradação ruminal da MS e resultando em maior produção de ácidos e gases no rúmen.

Referências

Ferraretto, L. F., Crump, P. M., Shaver, R. D. 2013. Effect of cereal grain type and corn grain harvesting and processing methods on intake, digestion, and milk production by dairy cows through a meta-analysis. *J. Dairy Sci.* 96: 533-550.

Hungria, M., Campo, R. J., Souza, E. M., Pedrosa, F. O. 2010. Inoculation with selected strains of *Azospirillum brasilense* and *A. lipoferum* improves yields of maize and wheat in Brazil. *Plant soil*, 331(1): 413-425.

Skonieski, F. R., Viégas, J., Martin, T. N., Nörnberg, J. L., Meinerz, G. R., Tonin, T. J. 2017. Effect of seed inoculation with *Azospirillum brasilense* and nitrogen fertilization rates on maize plant yield and silage quality. *Rev. Bras. Zoot.*, 46:722-730.

Theodorou, M.K., Williams, B, A., Dhanoa, M.S., McAllen, A.B., France, J. 1994. A simple gas production using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 48:185-197.

Comparação de teores de fibra em híbridos de milho para silagem

L.E.G. Souza¹, K.R. Oliveira², D.L. Sousa³, J.V.S. Rangel⁴,
H.D.C. Silva⁵, B.M. Martins⁶, P.P. Rötta⁷

Introdução

A conservação de alimentos tem se tornado uma estratégia para a intensificação dos sistemas produtivos, sendo que o milho é a principal cultura utilizada (Vilela et al., 2016), por ser uma planta que possui alta produtividade e qualidade nutricional (Oliveira et al, 2010). A quantidade de folhas em relação ao colmo também tem influência, pois se sabe que as folhas apresentam uma menor concentração de fibra em detergente ácido (FDA) e lignina quando comparados ao colmo (Van Soest, 1994). O percentual de lignina da forragem é caracterizado ser inversamente relacionado com a digestibilidade da fibra, visto que a lignificação da parede celular resulta em retardo na fermentação da hemicelulose e celulose (Grabber et al., 2008) uma vez que é resistente a digestão por bactérias e fungos no rúmen (Raffrenato et al., 2017). O maior conteúdo de fibra na dieta faz com que as vacas passem mais tempo se alimentando, com maiores intervalos entre refeições e maior seleção do alimento (Beauchemin, 1991). Portanto, o objetivo do estudo é comparar os teores de fibra em detergente neutro (FDN), FDA e lignina de diferentes híbridos de milho.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite (UEPE-GL) do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Foram avaliados oito híbridos de milho: EX3S01VIP3, LG3040VIP3, LG6036PRO3, AG8740PRO3, LG36770PRO3, LG36700VIP3, P4285YHR e EX3S91L.

Os híbridos foram plantados em áreas sob mesmas condições de fertilidade do solo.

As amostras com 500 gramas de milho para silagem foram feitas no momento da colheita pelo método de quarteamento. Os híbridos foram colhidos após 125 dias do plantio com seguintes valores de matéria seca: EX3S01VIP3 (33,0%), LG3040VIP3 (29,3%), LG6036PRO3 (33,3%), AG8740PRO3 (30,7%), LG36770PRO3 (33,3%), LG36700VIP3(27,8%), P4285YHR (33,4%) e EX3S91L (36,0%). Além disso as

- 1 Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Viçosa.
- 2 Médica Veterinária, Mestranda em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa.
- 3 Pesquisadora colaboradora, Universidade Federal de Viçosa.
- 4 Graduando em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa.
- 5 Graduando em Agronegócio, Universidade Federal de Viçosa
- 6 Doutorando em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa
- 7 Professora Adjunta do Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa

amostras foram embaladas a vácuo, congeladas e posteriormente enviadas ao laboratório da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ para avaliação de FDN, FDA e lignina pelo método NIRS em duplicata.

Resultados e Discussão

Na Figura 1 são apresentados os valores dos 8 híbridos avaliados. Sendo que os valores percentuais foram obtidos em relação ao híbrido EX3S01VIP3 que possui 42,1% de FDN, 24,6% de FDA e 3,0% de lignina. Este foi escolhido como referência por possuir o menor valor de FDN dentre os híbridos avaliados e ser um produto-teste.

Todos os híbridos apresentaram maior percentual de FDN, sendo que LG36700VIP3 apresentou 48,0% mais FDN, LG3040VIP3 22,0% e AG8740PRO3 19,0% em relação à referência. O percentual de FDA foi 45,0% maior para LG3040VIP3, 20,0% para LG3040VIP3 e 10,0% para AG8740PRO3. Em contrapartida, os valores de lignina representaram percentual maior para os híbridos LG36700VIP3 sendo 33,0% maior que o híbrido referência (EX3S01VIP3), LG3040VIP3 teve 30,0% mais lignina e AG8740PRO3 37,0%.

Os valores encontrados para FDN, FDA e lignina demonstraram que mesmo em condições semelhantes de cultivo, como solo, época e tratos culturais, os híbridos se apresentaram de forma diferente, podendo interferir na digestibilidade da fibra segundo Grant & Ferraretto (2018). Ainda, o LG36700VIP3 apresentou valores satisfatórios acima de 53,98% de fibra, sendo adequado para a região de Viçosa (MG).

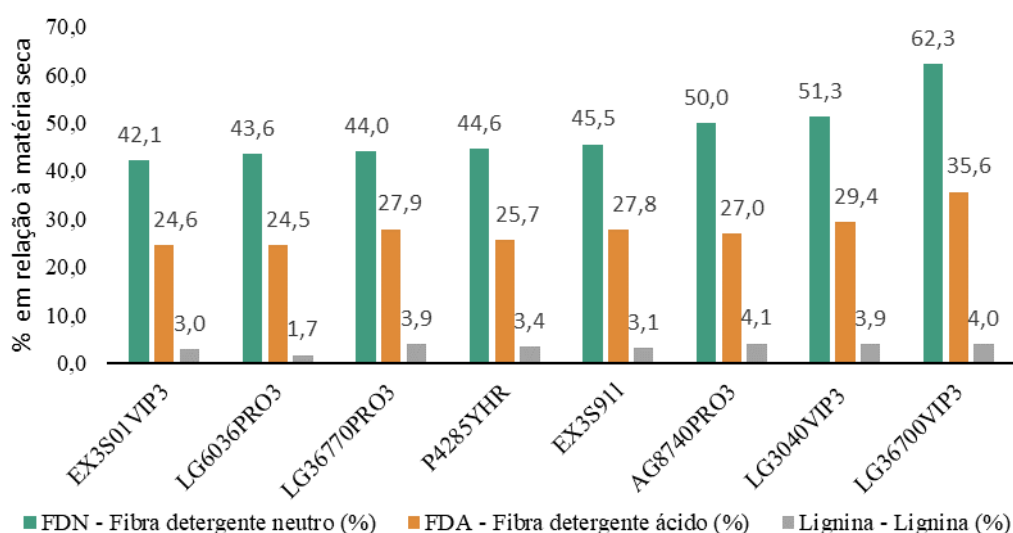


Figura 1- Análise de Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA) e lignina dos oito híbridos de milho para silagem avaliados.

Agradecimentos

Agradecimento à empresa Limagrain (LG) por incentivar a pesquisa.

Referências

Beauchemin, K. A. 1991. Ingestion and mastication of feed by dairy cattle. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 7:439-463.

Grabber, J.H., Mertens, D.R., Kim, H. et al, 2009. Cell wall fermentation kinetics are impacted more by lignin content and ferulate cross-linking than lignin composition. *J. Sci. Food Agric.* 89:122-129.

Grant, R.J. & Ferraretto, L.F, 2018. Silage review: Silage feeding management: Silage characteristics and dairy cow feeding behaviour. *J. Dairy Sci.* 101: 4111-4121.

Oliveira, L. B. D, Pires, A. J. V. U, Carvalho, G. G. P. D, et al. 2010, Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo Sudão, sorgo forrageiro e girassol. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39: 61-67.

Raffrenato, E., Fievisohn, R., Cotanch, K.W. et al, 2017. Effect of lignin linkages with Other plant cell wall components on in vitro and in vivo neutral detergent fiber digestibility and rate of digestion of grass forages. *J. Dairy Sci.* 100:8119-8131.

Van Soest, P.J 1994, *Nutritional ecology of the ruminant*, 2.ed. Ithaca: Cornell University Press.

Vilela, D, Ferreira, R. P, Fernandes, E. N, & Juntolli, F. V 2016, *Pecuária de leite no Brasil: Cenários e avanços tecnológicos*. Embrapa.

Perfil de ácidos graxos insaturados em diferentes híbridos de milho para silagem

L.E.G. Souza¹, K.R. Oliveira², D.L. Sousa³, L.H.R. Silva⁴,
L.G. Piuzana⁵, B.M. Martins⁶, P.P. Rotta⁷

Introdução

A planta do milho é uma das forrageiras mais utilizadas para a produção de silagem em sistemas de produção de leite, devido ao seu valor nutricional e perfil de fermentação desejável (Júnior et al., 2017). O potencial produtivo de um cultivar é um dos primeiros aspectos considerados pelos agricultores na compra do híbrido de milho. A silagem de milho possui em sua composição baixa concentração de ácidos graxos, sendo em média de 2,28%, porém devido à alta inclusão em dietas de vacas leiteiras, contribui significativamente para o perfil de ácidos graxos na dieta (Baldin et al., 2018). Desta forma, a avaliação do perfil de ácidos graxos da silagem de milho faz-se necessária, uma vez que uma grande quantidade de ácidos graxos insaturados pode resultar em diminuição da digestibilidade da fibra e promover uma grande quantidade de intermediários na biohidrogenação ruminal (Oldick et al., 2000) com consequências negativas na gordura do leite. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar e comparar o perfil de ácidos graxos insaturados entre diferentes híbridos de milho.

Metodologia

O experimento foi conduzido na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite (UEPE-GL) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Os híbridos de milho analisados foram: EX3S01VIP3, LG3040VIP3, LG6036PRO3, AG8740PRO3, LG36770PRO3, LG36700VIP3, P4285YHR e EX3S91L. Os híbridos foram plantados em áreas de mesma fertilidade do solo. As amostras com 500 gramas de milho para silagem foram feitas no momento da colheita pelo método de quarteamento. Os valores de matéria seca (MS) foram: EX3S01VIP3 (33,0%), LG3040VIP3(29,3%), LG6036PRO3 (33,3%), AG8740PRO3 (30,7%), LG36770PRO3 (33,3%) LG36700VIP3(27,8%), P4285YHR (33,4%) e EX3S91L (36,0%). Além disso as amostras foram embaladas a vácuo, congeladas e posteriormente enviadas ao laboratório da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ para avaliação de FDN, FDA e lignina pelo método NIRS em duplicata.

- 1 Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Viçosa.
- 2 Médica Veterinária, Mestranda em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa.
- 3 Pesquisadora colaboradora, Universidade Federal de Viçosa.
- 4 Graduando em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa.
- 5 Graduando em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Viçosa
- 6 Doutorando em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa
- 7 Professora Adjunta do Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa

Resultados e Discussão

Os resultados foram obtidos pela relação percentual entre os híbridos. A base utilizada para comparação foi o híbrido LG3040VIP3 com 2,9% de extrato etéreo (EE), C18:1- Ácido Graxo Oleico 0,4% e C18:2- Ácido Linoleico 1,1% matéria seca por possuir menor percentual de lipídeos. Todos os demais híbridos apresentaram percentuais superiores para o teor de extrato etéreo em relação ao híbrido LG3040VIP3, sendo que EX3S91I apresentou 79% mais EE, LG6036PRO3 76% mais e LG36770PRO3 41%.

Em relação ao C18:1 – oleico (%MS) EX3S91I foi 136% superior ao híbrido LG3040VIP3, LG6036PRO3 foi 93% superior em relação ao mesmo híbrido e LG36770PRO3 64%. Ainda os valores de C18:2 – linoleico mostraram resultados percentuais maiores em relação ao LG3040VIP3, sendo EX3S91I 72% superior, LG6036PRO3 57% e LG36770PRO3 31% superior em relação ao híbrido base de comparação. Além disso, os valores de ácido linolênico – C18:3, foram 3% superiores para EX3S91I, 8% superiores para LG6036PRO3 e 44% inferior para LG36770PRO3.

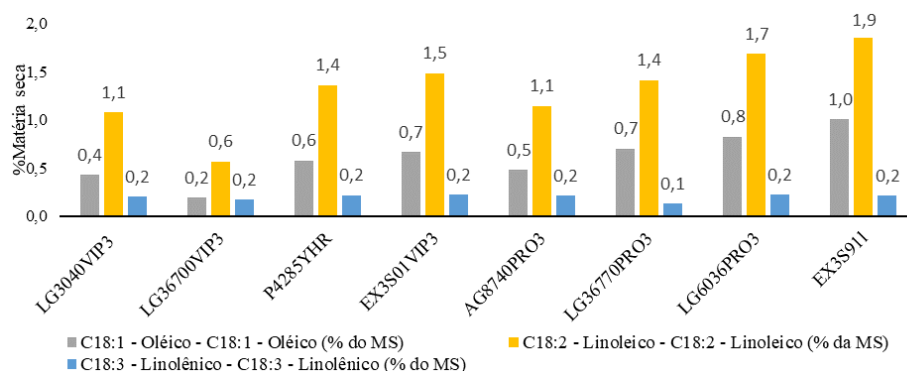


Figura 1- Análise de Extrato Etéreo (EE), Ácido Graxo Oleico (C18:1), Ácido Linoleico (C18:2) e Ácido Linolênico (C18:3)

O C18:2 encontrado nos híbridos de milho é importante para a nutrição de vacas leiteiras em função da intensa biohidrogenação no rúmen, provendo importante fonte de ácidos graxos no rúmen com menor chance de processo incompleto. No entanto, para o C18:3 são necessárias mais reações, quando associado ao baixo pH ruminal, tem maior possibilidade de gerar reações incompletas e prejudiciais à saúde ruminal (Baldin et al., 2018). Em contrapartida, C18:1 aumenta a densidade de energia, reduz marcadores de mobilização de gordura corporal melhorando o balanço energético no pós-parto imediato (Souza et al., 2020). Deste modo, um híbrido que possui maior concentração de ácido oleico e menor concentração de ácido linolênico é o mais adequado para utilização em dietas de vacas leiteiras. Logo, o híbrido EX3S91I possui um perfil de ácidos graxos mais desejável para dietas de vacas leiteiras.

Agradecimentos

Agradecimento à empresa Limagrain (LG) por incentivar a pesquisa.

Referências

Baldin, M.; Ying, Y., Fan, Y., Roth, G., Casper, D.P., Harvatine, K.J. 2018. Characterization of linoleic acid (C18:2) concentration in commercial corn silage and grain hybrids. *J. Dairy Sci.* 101:222-232.

JDe Souza, J., C.M. Prom, A.L. 2021. Lock, Altering the ratio of dietary palmitic and oleic acids affects nutrient digestibility, metabolism, and energy balance during the immediate postpartum in dairy cows, *Journal of Dairy Science.* 104:2910-2923.

Junior, M. C., Jobim, C. C., Osmari, M. P. & Tres, T. T. Nutritional additives in high moisture corn silage. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 12, 105-111, 2017.

Oldick, B. S.; Firkins, J. L. Effects of degree of fat saturation on fiber digestion and microbial protein synthesis when diets are fed twelve times daily. *Journal of Animal Science*, v. 78, p. 2412-2420, 2000

Produção de matéria seca e de colmo remanescente de planta inteira de milho submetida a diferentes alturas de corte

E. F. S. do Amaral¹, L. A. G. Trindade², M. D. de Lima³, F. J. T. Martins⁴, T. G. S. Braz⁵, M. H. F. Mourthé⁵

Introdução

Em virtude das propriedades nutricionais e da versatilidade de plantio, o milho (*Zea mays*) tem sido um dos principais volumosos utilizados na alimentação de bovinos leiteiros. As diferentes partes da planta, comumente, apresentam valores de digestibilidade *in vitro* distintas, sendo o colmo inferior a porção menos digestível (Centinkaya *et al.*, 2020). Dessa forma, estratégias de elevar a altura de corte da planta podem ser interessantes do ponto de vista nutricional. Entretanto, há de se avaliar as mudanças na produção de matéria seca (MS) provocadas com esse manejo. Portanto, o objetivo foi avaliar a produção de MS (Kg.-ha⁻¹) da planta inteira de milho submetida a diferentes alturas de corte, bem como a do colmo remanescente (Kg. -ha⁻¹).

Materiais e métodos

O estudo foi conduzido no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, localizado no município de Montes Claros (MG) (Latitude 16° 40' 59.35"S e longitude 43°50'17.27"W). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro tratamentos e cinco repetições, totalizando 20 parcelas experimentais. Os tratamentos foram constituídos pelo corte da planta de milho (Híbrido R9080, KWS ®) nas alturas de 20; 50; 80 e 110 cm em relação à superfície do solo.

A lavoura do milho foi cultivada de maneira convencional em área de 5 hectares e irrigada de acordo com a evapotranspiração. As parcelas foram estabelecidas ao acaso em cinco linhas de plantio da lavoura, excluindo as bordaduras. Nas linhas de plantio, as parcelas de cada tratamento foram determinadas em ordem aleatória e compostas por seis metros lineares com densidade de plantas homogênea entre as mesmas. A colheita da forragem foi realizada, manualmente, 110 dias após o plantio, quando MS em torno de 30 g/100 g de matéria natural. Além das plantas, em cada parcela também foram coletados

1 Graduando em Medicina Veterinária, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte-MG, Brasil.

2 Mestrando em Produção Animal, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros-MG, Brasil.

3 Graduando em Zootecnia, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros-MG, Brasil.

4 Graduando em Agronomia, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros-MG, Brasil.

5 Docente do Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros-MG, Brasil.

os colmos remanescentes cortados acima de 20 cm do solo, pois esta altura de resíduo foi considerada padrão. As plantas inteiras e os colmos remanescentes de cada parcela foram pesados, processados em picadeira estacionária visando atingir tamanho de partículas entre 1 a 2 cm. Posteriormente, amostras foram utilizadas para determinação do teor de MS (Detmann *et al.*, 2012).

A produção de MS da planta inteira e do colmo remanescente foi extrapolada para 1 hectare. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão pelo software R Studio com 5% de probabilidade para o erro tipo I.

Resultados e discussão

Houve efeito linear ($p < 0,05$) decrescente para a produtividade de MS (Figura 1), com decréscimo de $43,1 \text{ Kg ha}^{-1}$ para cada unidade de centímetro elevada. Por outro lado a produção de colmo remanescente aumentou linearmente (Figura 2), com acréscimo de $58,432 \text{ Kg ha}^{-1}$ para cada unidade de centímetro elevada.

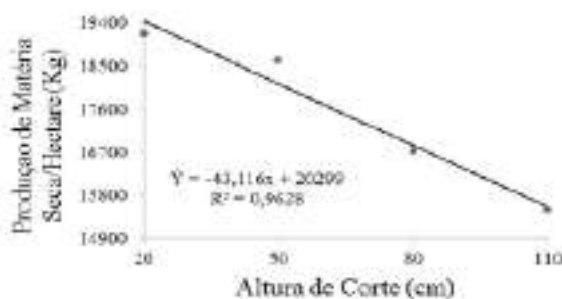


Figura 1- Produção de massa seca ensilada ($\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) em função da altura de corte da planta de milho.

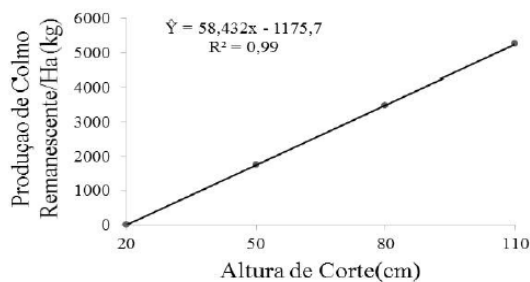


Figura 2- Produção de colmo remanescente/ha em função da altura de corte da planta de milho.

Estes achados demonstraram que ao utilizar a estratégia de elevar a altura de corte houve perdas significativas de matéria seca remanescentes. A produção de MS remanescente entre as alturas de 20 a 110 cm aumentou em, aproximadamente, cinco toneladas. Mesmo considerando que, provavelmente, seja a parte de menor digestibilidade da planta, em rebanhos com baixo potencial produtivo, pode não ser justificável o emprego desta técnica. Desta forma, a estratégia de melhorar o valor nutricional da silagem a ser produzida

pelo aumento da altura de corte da planta deve ser associado à uma avaliação do sistema de produção para ser implementada. A exigência nutricional do rebanho, alteração da área necessária para o plantio, resultados esperados para o desempenho animal e financeiro devem ser ponderados antes de empregar esta estratégia na fazenda, pois o material remanescente na lavoura aumenta concomitante a altura de corte.

Referências

Centinkaya, N., S. Aykanat, T. Ayasan, and C. Celik. Nutrient contents and in vitro digestibility of different parts of corn plant. 2020. South African J. of Animal Sci. 50:302-309. <https://doi.org/10.4314/sajas.v50i2.13>.

Detmann, E., M.A. Souza, and S.C. Valadares Filho. 2012. Métodos para Análises de Alimentos. 1st ed. Ed. Suprema, Visconde do Rio Branco.

Efeitos da utilização de grãos secos de destilaria (DDG) na produção e composição do leite de vacas holandesas em lactação

V. S. S. Viana¹, M. M. Ferreira², M. I. Marcondes³ e P. P. Rotta⁴

Introdução

Os principais ingredientes utilizados na fabricação de ração para animais são o milho e a soja, principalmente por serem fontes ricas em energia e proteína, respectivamente. No entanto, essas commodities apresentam alto valor no mercado externo, aumentando o interesse dos produtores pela exportação desses produtos (Dall'agnol, 2007). O alto valor dessa commodities elevam os custos para aquisição pelos pecuaristas brasileiros, promovendo a busca por alimentos alternativos.

Os grãos secos de destilaria, também conhecido como dried distillers grains (DDG), são coprodutos resultantes da extração de etanol, sendo fontes de proteína e energia, com valor econômico menor que a maioria dos ingredientes utilizados na alimentação animal. A utilização de coprodutos agroindustriais na alimentação de ruminantes além de promover a redução no custo da alimentação, reaproveita a matéria orgânica de origem vegetal proveniente da indústria, reduzindo acúmulo de resíduos e a contaminação ambiental, colaborando com a preservação dos recursos naturais e promovendo a sustentabilidade à produção animal (RODRIGUES & RONDINA, 2013).

Diante do exposto, a utilização do DDG na dieta de bovinos leiteiros deve ser desenvolvida, buscando gerar conhecimento sobre os efeitos sobre parâmetros de consumo, digestibilidade, produção e composição do leite, assim como, estabelecer os níveis ótimos de inclusão para rebanhos brasileiros, de forma que esse coproduto ofereça rentabilidade e viabilidade econômica para atividade leiteira. Portanto, buscou-se avaliar os efeitos da inclusão de DDG sobre desempenho produtivo de vacas leiteiras.

Material e Métodos

Foram utilizadas doze vacas primíparas da raça Holandesa ($27 \pm 2,8$ meses de idade), com DEL inicial de $99 \pm 24,5$ e média de produção de $30 \pm 1,36$ kg. As dietas experimentais continham três níveis de DDG (0, 20 e 40%) e dois níveis de FDN proveniente da forragem (FDNf) (21 ou 31% na MS) e utilizou-se a recomendação do NRC (2001) para atender as exigências de vacas com 550 kg produzindo 30

1 Universidade Federal do Ceará

2 Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brasil

3 Professor em Manejo e Nutrição de Gado de Leite, Washington State University, Pullman-WA, EUA

4 Professora Associada em Produção e Nutrição de Gado de Leite, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brasil

kg/d de leite com 3,5% de gordura e 3,0% de proteína. O experimento teve cinco períodos experimentais com 25 dias cada, 14 dias para adaptação e 11 dias para coleta de dados e amostras. As vacas foram ordenhadas e alimentadas com a dieta total três vezes ao dia. A produção de leite (PL) foi determinada por medidor eletrônico de fluxo (GEA®) da ordenha mecânica e corrigida para 3,5% de gordura, de acordo com a fórmula descrita por Sklan et al. (1994). Amostras de leite foram coletadas para determinação de gordura (GorL), proteína (ProL), lactose (Lac) e teor de nitrogênio ureico no leite (NUL). Todos os dados foram analisados no programa Statistical Analysis System®. Para todas as análises, comparações múltiplas entre os tratamentos foram realizadas usando o teste “t” e as diferenças foram declaradas quando $P < 0,05$.

Resultados e Discussão

Nenhuma interação foi observada para FDNf × DDG para produção de leite. A tabela 1 apresenta os resultados obtidos no estudo.

Vacas com dieta contendo 40% de inclusão de DDG tiveram uma redução na produção de leite (26,36kg/d) comparado com vacas que receberam as dietas com 0 e 20% de DDG (31,15 e 31,34 kg/d, respectivamente). Provavelmente isto pode ter ocorrido pelos baixos teores de amido das dietas com 40% de DDG (27%, 25% e 19% de amido para as dietas com 0, 20% e 40% de DDG, respectivamente).

A inclusão de DDG não afetou o conteúdo de gordura e lactose do leite. Já a concentração da proteína do leite e NUL reduziram com o aumento da inclusão de DDG na dieta, provavelmente pela redução da digestibilidade da proteína com o aumento da inclusão de DDG na dieta, assim como, pela redução do consumo de MS da dieta.

Tabela 1 - Produção e composição do leite entre os tratamentos experimentais

Item	FDFf		%DDG			P-valor		
	Baixo	Alto	0DDG	20DDG	40DDG	FDNf	DGG	FxDDG
PL (kg/d)	29,31	29,93	31,15 ^a	31,34 ^a	26,36 ^b	0,3239	< ,0001	0,3857
GorL (%)	4,23	4,28	4,26	4,27	4,23	0,6823	0,9677	0,5457
ProL (%)	2,75	2,78	2,91 ^a	2,75 ^{ab}	2,64 ^b	0,4759	< ,0001	0,0008
Lac (%)	4,70	4,72	4,67	4,72	4,73	0,3849	0,1522	0,8439
NUL(mg/dL)	11,49	10,86	13,07 ^a	10,80 ^b	9,66 ^c	0,5168	0,0191	0,2985

EPM = erro padrão médio

Esse estudo demonstrou que o desempenho produtivo não é afetado com inclusão de até 20% de DDG na dieta de vacas holandesas em lactação. Porém, o nível crescente de inclusão de DDG alterou a teores de proteína do leite e NUL, sugerindo análises de consumo de parâmetros digestivos para determinação da causa desses resultados.

Referências

Dall'agnol, A.; Roessing, A. C.; Lazzarotto, J. J.; Hirkuri, M. H., E De Oliveira, A. B. O complexo agroindustrial da soja brasileira. Londrina: Embrapa Soja, 2007 (Embrapa Soja. Circular Técnica, 43).

Rodrigues, F. V. & Rondina, D. 2013. Alternativas de uso de subprodutos da cadeia do biodiesel na alimentação de ruminantes: glicerina bruta. Acta Veterinaria Brasilica, v. 7, n. 2, p. 91-99. <https://doi.org/10.21708/avb.2013.7.2.2801>.

Tjardes, K., & Wright, C. 2002. Feeding corn distiller's co-products to beef cattle. Extension Extra-SDSU Extension Cooperative Service.

Efeitos da utilização de grãos secos de destilaria (DDG) na dieta de vacas holandesas em lactação no consumo e digestibilidade ruminal e total

V. S. S. Viana¹, M. M. Ferreira², M. I. Marcondes³ e P. P. Rotta⁴

Introdução

O maior custo dentro do sistema de produção de leite é com a alimentação, principalmente com os alimentos concentrados, milho e soja, por isso cresce a busca por alimentos alternativos para utilizar na nutrição de bovinos de leite. Os grãos secos de destilaria, conhecido como DDG, são coprodutos resultantes da extração de etanol a partir do milho, sendo uma fonte alternativa de proteína e energia, com valor econômico menor que a maioria dos ingredientes utilizados na alimentação animal. O DDG é uma novidade no Brasil, com potencial para aumentar a disponibilidade de coprodutos. Assim, estudos utilizando DDG para alimentação de vacas em lactação são importantes e necessários para ampliar a possibilidade de seu uso.

Um dos maiores desafios para maior aceitabilidade do DDG na indústria pecuária é a grande variabilidade na composição e digestibilidade dos nutrientes (Kalscheur et al., 2012). Essa variabilidade é resultado de diferenças no milho utilizado na produção de etanol e diferenças no processo de produção, tipos de levedura, fermentação, eficiência de destilação, processos de secagem e quantidade de substâncias solúveis misturadas com os coprodutos (Liu, 2011; Zanton et al., 2013).

Diante dessa perspectiva, a utilização do DDG na dieta de bovinos leiteiros deve ser explorada, buscando gerar conhecimento sobre os efeitos de consumo e digestibilidade, além de estabelecer os níveis ótimos de inclusão. Portanto, esse estudo buscou avaliar os efeitos da inclusão de DDG sobre consumo e digestibilidade ruminal e total de vacas leiteiras.

Material e Métodos

Foram utilizadas doze vacas primíparas da raça Holandesa ($27 \pm 2,8$ meses), com DEL inicial de $99 \pm 24,5$ e peso corporal inicial de $502 \pm 27,9$ kg utilizando um delineamento experimental em quadrado latino 6×6 com replicação incompleta, em um fatorial 3×2 , com seis tratamentos, incluindo três níveis DDG (0, 20 e 40%) e dois níveis de FDN proveniente da forragem (FDNf) (21 ou 31%). Seis vacas foram fistuladas no rúmen para avaliação da digestibilidade ruminal e intestinal.

1 Universidade Federal do Ceará

2 Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brasil

3 Professor em Manejo e Nutrição de Gado de Leite, Washington State University, Pullman-WA, EUA

4 Professora Associada em Produção e Nutrição de Gado de Leite, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brasil

O experimento teve cinco períodos experimentais com 25 dias cada, 14 dias para adaptação e 11 dias para coleta de dados e amostras. Os animais foram alimentados com dieta total três vezes ao dia, 7:00, 15:00 e 20:00h. Os animais foram submetidos à coleta de fezes e urina por quatro dias consecutivos nos dias 18 a 21 com intervalo de 12h, totalizando 8 amostras para cada animal por período experimental. Seis coletas de digesta omasal foram realizadas em intervalos de 12 h, totalizando três dias de coleta por período experimental. As medições do fluxo de digestão usando o sistema de marcador duplo são baseadas no uso de cobalto como marcador de fase líquida e fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como marcador de fase de partícula.

Todos os dados foram analisados pelo programa Statistical Analysis System®. Para todas as análises, comparações múltiplas entre os tratamentos foram realizadas usando o teste “t” e as diferenças foram declaradas quando $P < 0,05$.

Resultados e Discussão

O nível de FDNf influenciou o consumo de matéria seca (CMS) e em todos os nutrientes avaliados (Tabela 1). Vacas submetidas a tratamentos com baixo FDNf apresentaram maior consumo de MS, matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE) e nutrientes digestíveis totais (NDT). Também observamos um efeito do DDG sobre o consumo de MS, MO, fibra indigestível em detergente neutro (FDN), EE e NDT. Para consumo de MS, MO e NDT, observou-se efeito quadrático decrescente ($P < 0,01$) e, para FDN, efeito quadrático crescente ($P = 0,01$). Em relação ao nível de DDG, a redução do CMS ocorreu apenas em vacas alimentadas com dietas contendo 40% de DDG, essa pode ter sido limitada pela menor aceitabilidade de DDG pelas vacas que pode estar associada a graves danos causados pelo calor durante o processamento industrial.

Tabela 1 - Consumo de matéria seca e nutrientes de vacas alimentadas com diferentes níveis de grãos secos de destilaria e FDN da forragem

CMS kg/d	FDNf ¹		EPM	%DDG ²			EPM	P-valor				
	Baixo	Alta		0	20	40		FDNf	DDG	F x DDG ³	Linear	Quadrático
CMS	20,15	19,15	1,378	20,23	20,69	18,04	1,393	0,0381	<,0001	0,1908	0,0004	0,0032
MO	19,44	18,41	1,324	19,39	19,93	17,45	1,340	0,0274	0,0001	0,2022	0,0010	0,0030
PB	3,45	3,07	0,241	3,49	3,41	2,88	0,243	<,0001	<,0001	0,0005	<,0001	0,0126
FDN	8,27	9,72	0,558	8,36	9,48	9,14	0,570	<,0001	0,0017	0,9790	0,0118	0,0077
EE	0,80	0,70	0,055	0,80	0,76	0,68	0,057	<,0001	<,0001	0,0712	<, 001	0,5421
CNF	7,83	5,91	0,559	7,63	7,34	5,63	0,564	<,0001	<,0001	0,0461	<, 001	0,0001
NDT	14,59	12,59	1,066	14,55	14,24	12,01	1,077	<,0001	<,0001	0,3414	<, 001	0,0099

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; FDN = fibra insolúvel em detergente neutro; EE = extrato etéreo; CNF = carboidratos não fibrosos; NDT = nutrientes digestíveis totais. EPM = erro padrão da média; ¹FDN proveniente da forragem; baixo = 21%; alto = 31%; ²Porcentagem de grãos de milho de destilaria seca na matéria seca da dieta; ³Interação entre os níveis de inclusão de FDNf e DDG.

Os níveis de grãos secos de destilaria afetaram a digestibilidade da MS ($P < 0,01$), da MO ($P < 0,01$) e da PB ($P < 0,01$), com efeito linear decrescente com a inclusão de DDG nas dietas.

Para os tratamentos com baixa FDNf, observamos um efeito linear crescente para a digestibilidade da FDN com o aumento do nível de DDG. Para os tratamentos com alta FDNf, observou-se efeito linear decrescente ($P = 0,01$), com redução na digestibilidade da FDN de acordo com o aumento do DDG na dieta.

Este estudo demonstra redução do CMS apenas com dietas contendo 40% de DDG, provavelmente limitada pela menor aceitabilidade de DDG. As vacas selecionaram parte da ração totalmente misturada, recusando a ração concentrada da dieta quando submetidas aos tratamentos com DDG 40%.

Referências

Kalscheur, K. F., A. D. Garcia, D. J. Schingoethe, F. D. Royón, and Hippen, A. R. 2012. Feeding biofuel co-products to dairy cattle. *Biofuel Co-products as Livestock Feed*, 115.

Liu, K. 2011. Chemical composition of distillers grains, a review. *J. Agric. Food Chem.* 59:1508-1526. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf103512z>.

Zanton, G. I., A. J. Heinrichs, and Jones, C. M. 2013. Effects of level of rumen-degradable protein and corn distillers grains in corn silage-based diets on milk production and ruminal fermentation in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 96:4638-4642. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6030>.

Volume variation of total mixed ration for Penn State Particle Separator analysis

*B.M. Martins¹, E.A.C. Lopes¹, G.F. Rodrigues, A.L. Silva¹
and P.P. Rotta¹*

Introduction

A great challenge in dairy cattle nutrition is reconcile energy-dense diets and dietary physically effective fiber to prevent rumen disorders, like subacute ruminal acidosis (SARA), very common metabolic disorder in dairy herds and reached up to 26% of dairy cows in early and mid-lactation (Garret et al., 1997; Zebeli et al., 2011). The Penn State Particle Separator (PSPS) (Lammers et al., 1996; Kononoff et al., 2003) is more commonly used in farms to estimate fiber particles size and calculate physically effective fiber (White et al., 2017). The fraction of NDF able to stimulate chewing and contribute to ruminal mat formation is defined as peNDF (physically effective NDF) and is estimated multiplying feed NDF content by retained content above the 1.18 mm or 8.00 mm sieves (Zebeli et al., 2012; White et al., 2017). The peNDF retained above 8 mm are the better indication of chewing, rumination activity and dry matter intake (Zebeli et al., 2008). The PSPS instructions for utilization recommend 3 pints or 1.4 liters of forage or TMR on the upper sieve (Kononoff et al., 2003), but to convert pints in grams it is necessary multiply materials density by 473.176473 factor, and due to the variability between feeds and its practical difficulty to determination, values are determined by default. The hypothesis was that the volume variation affects results and their interpretation. The objective of this study was to evaluate the volume variation impact in the PSPS analysis.

Material and methods

This study was conducted at Dairy Research Center of Federal University of Viçosa, Minas Gerais, Brazil. Three TMR diets was utilized, with three levels of roughage/concentrate ratio 65:35; 60:40; 55:45), and formulated according to NRC (2001) to reach different levels of milk production: 40 kg (60:40), 30 kg (55:45) and 25 liters (65:35) for Holstein cows with 650 kg. A TMR machine (Casale, VM-20) was utilized and five minutes for mixed was adopted, followed by immediate analysis with PSPS utilizing 19 and 8 mm screens. Six volumes of TMR were evaluated: 400, 600, 800, 1000, 1200 and 1400 mL. Four expertized animal scientists in PSPS carried out the analysis, following methodology suggested by Lammers et al. (1996). All data were analyzed with R software (R Core Team, 2020), with completely randomized experimental design and Dunnett's test for compare gold standard with other volumes.

¹ Department of Animal Science, Federal University of Viçosa, Viçosa-MG, Brazil

Results and discussion

Analyzing the data in Table 1, the results obtained in this study comparing the different volumes with the gold standard (1400 mL or 3 pints), independent of the roughage/concentrate ratio of the diet, volumes of 1400 and 1200 mL were similar ($P > 0.05$). The utilization of volumes of 400, 600, 800, and 1000 mL may imply bias and not being recommended. Despite of this, according to the reference the PSPS guide of utilization, the results did not change in function of volumes tested (Table 1), for these specific diets utilized. In this way, the results, independent of the volume utilized, did not imply changes in interpretation. Although, as described above and according to this study, it is only possible to recommend the use of 1200 and 1400 mL.

Table 1. Quantity retained in PSPS screens in function of volumes

Roughage/concentrate (65:35)							
Screen	400 mL	600 mL	800 mL	1000 mL	1200 mL	1400* mL	Ref
19 mm	3.8*	3.2**	3.9*	3.9*	4.3*	5.2	2-8
8 mm	14.6**	14.2**	16.4**	17.2*	17.9*	19.0	30-50
Bottom pan	81.6**	82.6**	79.7**	78.9*	77.8*	75.8	40-60
Roughage/concentrate (60:40)							
Screen	400 mL	600 mL	800 mL	1000 mL	1200 mL	1400* mL	Ref
19 mm	6.3*	5.9*	6.1*	6.5*	6.4*	7.0	2-8
8 mm	16.7**	17.3*	18.8*	19.8*	20.0*	20.4	30-50
Bottom pan	77.1**	76.8*	75.1*	73.7*	73.6*	72.6	40-60
Roughage/concentrate (55:45)							
Screen	400 mL	600 mL	800 mL	1000 mL	1200 mL	1400* mL	Ref
19 mm	0.8*	1.1*	1.3*	0.9*	1.3*	1.8	2-8
8 mm	17.3**	18.9**	19.7**	21.4**	23.5*	25.6	30-50
Bottom pan	82.0**	80.0**	79.0**	77.7**	75.2*	72.7	40-60

*Equal to gold standard (1400 mL), $p > 0.05$, Dunnetts test

**Different of gold standard (1400 mL), $p < 0.05$, Dunnetts test

Ref = Penn State recommendations for TMR

References

Garret, E. F., K. V. Nordlund, W. J. Goodger, and G. R. Oetzel. 1997. A cross-sectional field study investigating the effect of periparturient dietary management on ruminal pH in early lactation dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80(Suppl. 1):169. (Abstr.).

National Research Council. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th rev. ed. National Acad. Sci., Washington, DC.

Kononoff, P. J., A. J. Heinrichs, and D. A. Buckmaster. 2003. Modification of the Penn State forage and total mixed ration particle separator and the effects of moisture content on its measurements. *J. Dairy Sci.* 86:1858–1863.

R Core Team. 2020. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

White, R. R., M. B. Hall, J. Firkins, and P. J. Kononoff. 2017. Physically adjusted neutral detergent fiber system for lactating dairy cow rations. I: Deriving equations that identify factors that influence effectiveness of fiber. *J. Dairy Sci.* 100:9551–9568. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12765>.

Zebeli, Q., J. Dijkstra, M. Tafaj, H. Steingass, B. N. Ametaj, and W. Drochner. 2008. Modeling dietary fiber adequacy in dairy cows based on responses of ruminal pH and milk fat production to diet composition. *J. Dairy Sci.* 91:2046–2066.

Zebeli, Q., S. M. Dunn, and B. N. Ametaj. 2011. Perturbations of plasma metabolites correlated with the rise of rumen endotoxin in dairy cows fed diets rich in easily degradable carbohydrates. *J. Dairy Sci.* 94:2374–2382.

Zebeli, Q., J. R. Aschenbach, M. Tafaj, J. Boguhn, B. N. Ametaj, and W. Drochner. 2012. Invited review: Role of physically effective fiber and estimation of dietary fiber adequacy in high-producing dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 95:1041–1056. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4421>.

The physically effective neutral detergent fiber calculation: Neutral detergent fiber of dietary or sieve content

*B.M. Martins¹, G.F. Rodrigues¹, E.A.C. Lopes¹, A.L. Silva¹
and P.P. Rotta¹*

Introduction

The concept of peNDF involves both physical and chemical aspects, methods of calculation are performed multiplying the dry matter of material retained in 19 and 8 mm sieves or in 19, 8 and 1.18 mm by dietary NDF (Lammers et al., 1996; Kononoff et al., 2003). The concept is related to ruminal mat formation, rumination and salivation and ruminal motility (Zebeli et al., 2012). The Penn State Particle Separator with two sieves is reported as the better form to predict peNDF (Yang and Beauchemin, 2006). Neutral Detergent Fiber content is assumed that is uniformly distributed over all particles, regardless of size and sieve retained (White et al., 2017) and probably affected the peNDF calculation and interpretation. The hypothesis was that the results of peNDF calculation would be modified if used NDF of individual sieves or of the diet value. The aim of this study was to evaluate the NDF content in all screens of PSPS and its impact on peNDF calculation.

Material and methods

This study was conducted at the Dairy Research Center of Federal University of Viçosa Minas Gerais, Brazil. Three TMR diets was utilized, with three levels of roughage/concentrate ratio 65:35; 60:40; 55:45), and formulated according to NRC (2001) to reach different levels of milk production: 40 kg (60:40), 30 kg (55:45) and 25 kg (65:35), for Holstein cows with 650 kg. A TMR machine (Casale, VM-20) was utilized and five minutes for mixing was adopted, followed by immediate analysis. Six volumes of TMR were evaluated: 400, 600, 800, 1000, 1200 and 1400 mL. Four experienced animal scientists with PSPS carried out the analysis. following methodology of Lammers et al. (1996). Samples of all volumes in each screen: 19mm; 8mm and bottom pan were analyzed, dried in forced draft oven (55 °C) for 72 hours and subsequently ground in Wiley mill at 1mm. Posteriorly, dried in oven (105 °C) for 16 hours (Detmann et al., 2012). NDF analysis followed the method INCT-CA F-002/1 (Detmann et al., 2012). All data were analyzed with R software (R Core Team, 2020), with completely randomized experimental design and Tukey's test for means comparison.

¹ Department of Animal Science, Federal University of Viçosa, Viçosa-MG, Brazil

Results and discussion

Results obtained in this study did not demonstrate interactions between TMR volumes analyzed in PSPS and NDF content. However, as shown in Table 1, NDF content in PSPS screen demonstrated significant difference ($P < 0.05$) for TMR of 60:40 and 65:35 ratios. Therefore, consider NDF of the diet or NDF content above 8 mm sieve maybe it implies in different peNDF results and misinterpretations. The TMR of 55:45 ratio did not show significant differences ($P > 0.05$) may be due to the particle homogeneous distribution in PSPS screens compared to the other diets utilized. The results must be analyzed with caution and show the importance of reflecting on this question.

Table 1. Diets, NDF content per screen, NDF of the diet and pe NDF calculation

Diet (R:C)	Screen	NDF (%)	Diet NDF (%)	Diet peNDF (%)	> 8mm NDF (%)	> 8mm peNDF (%)
60:40	19 mm	64.46 ^a				
	8 mm	52.23 ^b	37.58	9.47	55.32	13.94
	Bottom pan	31.60 ^c				
55:45	19 mm	57.23				
	8 mm	52.33	47.30	10.53	52.73	11.74
	Bottom pan	45.81				
65:35	19 mm	64.88 ^a				
	8 mm	51.02 ^b	37.78	7.78	53.75	11.07
	Bottom pan	33.64 ^c				

^{abc} Tukey test. $\alpha = 0.05$

References

Detmann, E., M.A. Souza, S.C. Valadares Filho, A.C. Queiroz, T.T. Berchielli, E.O.S. Saliba, L.S. Cabral, D.S. Pina, M.M. Ladeira, and J.A.G. Azevedo. 2012. Métodos para análise de alimentos. 1.ed. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal. Visconde do Rio Branco: Suprema, 214p.

Lammers, B. P., Buckmaster, D. R., & Heinrichs, A. J. 1996. A Simple Method for the Analysis of Particle Sizes of Forage and Total Mixed Rations. *Journal of Dairy Science*, 79(5), 922–928. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(96\)76442-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(96)76442-1)

National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. National Acad. Sci., Washington, DC.

Kononoff, P. J., A. J. Heinrichs, and D. A. Buckmaster. 2003. Modification of the Penn State forage and total mixed ration particle separator and the effects of moisture content on its measurements. *J. Dairy Sci.* 86:1858–1863.

R Core Team. 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

White, R. R., M. B. Hall, J. Firkins, and P. J. Kononoff. 2017. Physically adjusted neutral detergent fiber system for lactating dairy cow rations. I: Deriving equations that identify factors that influence effectiveness of fiber. *J. Dairy Sci.* 100:9551–9568. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12765>.

Yang, W. Z., & Beauchemin, K. A. 2006. Physically effective fiber: Method of determination and effects on chewing, ruminal acidosis, and digestion by dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 89(7), 2618–2633. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72339-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72339-6)

Zebeli, Q., J. R. Aschenbach, M. Tafaj, J. Boguhn, B. N. Ametaj, and W. Drochner. 2012. Invited review: Role of physically effective fiber and estimation of dietary fiber adequacy in high-producing dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 95:1041–1056. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4421>.

Avaliação da produtividade, matéria seca e proteína bruta de diferentes híbridos de milho para silagem

D. L. Sousa¹, L.H.R. Silva¹, J.V.S. Rangel¹, L.E.G. Souza², B.M. Martins¹ e P.P. Rotta¹

Introdução

A produção de volumoso com qualidade ao longo do ano para o rebanho leiteiro é uma das preocupações pertinentes entre os produtores de leite. O milho (*Zea mays*) é um dos alimentos mais utilizado na formulação de dietas para bovinos leiteiros, seja na forma de fubá, entrando como fonte energética na formulação de ração, seja como planta inteira para produção de silagem (Silva et al., 2018). Diante disso, diversos híbridos de milho foram desenvolvidos para diferentes regiões, épocas de plantio, produtividades esperadas, tolerância às doenças e pragas, entre outros fatores. Porém informações nutricionais dos vários híbridos existentes no mercado são limitadas e visto que, a produtividade e o valor nutricional da silagem são determinadas por uma série de elementos, fica evidente a necessidade da avaliação nutricional desses híbridos. Portanto, o objetivo do estudo foi avaliar a produtividade, matéria seca e proteína bruta de diferentes híbridos de milho para silagem.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite da Universidade Federal de Viçosa – Minas Gerais. O estudo utilizou oito variedades de híbridos de milho (EX3S01VIP3, LG3040VIP3, LG6036PRO3, AG8740PRO3, LG36770PRO3, LG36700VIP3, P4285YHR e EX3S91L). O plantio foi realizado no dia 06/11/2020, pelo método de plantio direto com semeadura em linha contínua, espaçamento entre linhas 0,8 m, razão de semeadura de 5,28 sementes por metro (66.000 sementes/ha) e profundidade de 3 a 5 cm. Em conjunto, foi realizada a adubação de plantio com 350 kg de adubo NPK 08-28-16 e posteriormente, duas adubações de cobertura em estágio vegetativo V4 com 450 kg de adubo NPK 25-00-25 e em V7 com 200 kg de ureia. A produtividade final foi determinada pela coleta manual com facão canavieiro a 20 cm de altura do solo e pesagem das plantas de 5 pontos aleatórios de 3 metros lineares cada, seguido da relação do peso com a transformação para equivalente em 1 ha e posteriormente pela razão entre a medida de 1 ha e o espaçamento entre linhas. A colheita para ensilagem ocorreu aos 120 dias pós-plantio. Amostras foram coletadas e enviadas para o laboratório da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ na Universidade Federal de São Paulo – USP para avaliação de matéria seca (MS%) e proteína bruta (PB%). As comparações entre os híbridos foram realizadas de forma descritiva.

1 Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brasil

2 Departamento de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brasil

Resultados e discussão

O híbrido AG8740PRO3 apresentou a maior produtividade: 67 t/ha na matéria natural (Figura 1). O LG36700VIP3 apresentou boa produtividade (56 t/ha), mesmo com baixo teor de MS (27,8 %). A alta produtividade do híbrido por hectare contribui com a diluição dos custos de produção por tonelada de silagem produzida (Santos et al., 2017). A MS foi semelhante entre a maioria dos híbridos com valor médio de 32,2 %, no entanto o híbrido EX3S91I apresentou o maior valor (Figura 2). O teor de MS é um fator essencial para definição do momento ideal de colheita do milho para ensilagem e pesquisas relatam de 30 a 35 % de MS como ponto ideal (Nussio et al., 2001). Os híbridos LG36700VIP3 e LG3040VIP3 apresentaram teores de MS de 27,8 e 29,3 %, respectivamente, abaixo do recomendado na literatura, isso sugere que para as condições do estudo esses híbridos precisariam de um tempo maior que 120 dias para a colheita.



Figura 1 - Produtividade em t/ha de híbridos de milho para silagem

O teor de PB variou de 8,0 a 9,4% entre os híbridos, com destaque para o maior valor apresentado pelo híbrido LG6036PRO3 (Figura 2).

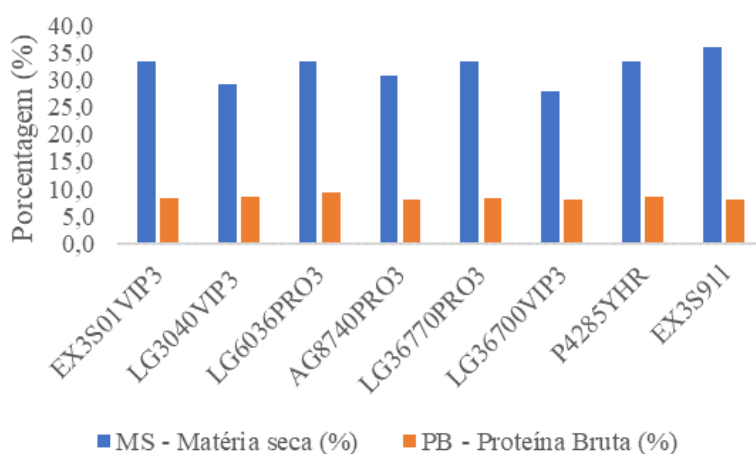


Figura 2 - Porcentagem de matéria seca e proteína bruta de oito híbridos de milho para silagem

A produtividade variou 66 % entre os híbridos de menor e maior produção. Enquanto que para matéria seca e proteína bruta a variação foi de 77 e 85 %, respectivamente.

Agradecimentos

À empresa Limagrain (LG) pelo incentivo à pesquisa.

Referências

Nussio, L. G., J. E. C. Simas, M. L. M. Lima. 2001. Determinação do ponto de maturidade ideal para colheita do milho para silagem. In: Nussio, L. G., M. Zopollato, J. C. MOURA. (Ed). Milho para a silagem. Piracicaba: FEALQ, 11-26.

Santos, G., J. M. M. Moraes, L. G. Nussio. 2017. Custo e análise de sensibilidade na produção de silagem. Rev. iPec. .3 (1):39-48.

Silva, M. J., L. C. Balbino, D. A. B. Cardoso, L. M. Miranda, L. D. Pimentel. 2018. Características bromatológicas em híbridos de milho para produção de silagem no estado de Minas Gerais. Rev. Agric. Neotrop. 5(2):76-82.

Avaliação dos nutrientes digestíveis totais, fibra em detergente neutro e amido de diferentes híbridos de milho para silagem

D. L. Sousa¹, L.H.R. Silva¹, J.V.S. Rangel¹, L.E.G. Souza², B.M. Martins¹ e P.P. Rotta¹

Introdução

A conservação de forragem na forma de silagem é uma das estratégias entre os produtores de leite em diversos sistemas de produção. Sendo a silagem de milho uma das fontes de energia e fibra mais utilizadas na formulação de dietas para rebanhos leiteiros. Logo, a escolha de um bom híbrido de milho é importante para garantir a qualidade da silagem produzida. Muitos híbridos de milho foram desenvolvidos para diferentes regiões, épocas de plantio, tolerância às doenças e pragas. No entanto, as informações nutricionais dos diversos híbridos existentes no mercado são limitadas. Visto que, o consumo de matéria seca e o comportamento ingestivo do gado leiteiro são influenciados pelos nutrientes digestíveis totais (NDT), a fibra em detergente neutro (FDN) e o amido dos híbridos de milho (Oliveira et al., 2017) e conseqüentemente esses interferem na produção de leite. O objetivo do estudo foi avaliar os nutrientes digestíveis totais, a fibra em detergente neutro e amido de diferentes híbridos de milho para silagem.

Material e métodos

O experimento foi desenvolvido na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite da Universidade Federal de Viçosa – Minas Gerais. Foram utilizados oito híbridos de milho (EX3S01VIP3, LG3040VIP3, LG6036PRO3, AG8740PRO3, LG36770PRO3, LG36700VIP3, P4285YHR e EX3S91L). O plantio direto com semeadura em linha contínua, espaçamento entre linhas 0,8 m, razão de semeadura de 5,28 sementes por metro (66.000 sementes/ha) e profundidade de 3 a 5 cm foi realizado no dia 06/11/2020, juntamente com a adubação de plantio com 350 kg de adubo NPK 08-28-16. Posteriormente, duas adubações de cobertura em estágio vegetativo V4 com 450 kg de adubo NPK 25-00-25 e em V7 com 200 kg de ureia. A colheita para ensilagem ocorreu 120 dias depois do plantio nos dias 10 e 11/03/2021 com teor de matéria seca médio de 32,2 %. Amostras de cada híbrido foram coletadas e enviadas para o laboratório da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ na Universidade Federal de São Paulo – USP para avaliação do NDT, FDN e amido, no qual foram analisadas pelo método NIRSystems 5000 com ISIScan v.4.12.0 acessando calibrações Dairy One NIRS. As comparações entre os híbridos foram realizadas de forma descritiva.

Resultados e discussão

O teor de NDT variou entre os híbridos de 62 a 75 % (Figura 1). Todos os híbridos apresentaram teor de NDT superior a 60 % indicando bons valores de

1 Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brasil

2 Departamento de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brasil

energia digestível disponível para os animais. Já para a FDN a variação foi de 42,1 a 62,3% (Figura 1). O teor de FDN acima de 25 % de FDN na dieta total pode reduzir o consumo de matéria seca e consequentemente a produção de leite, logo a variação nos valores de FDN entre os híbridos demonstra o leque de opções disponíveis para uma boa formulação da dieta total (Allen, 2000). O híbrido LG36700VIP3 apresentou teor de amido inferior (12,7 %) em relação aos outros híbridos (Figura 1). O amido é uma das mais importantes fontes de energia na silagem de milho (Martin et al., 2008) e o teor de amido da silagem varia de acordo com a proporção dos grãos de milho. Dessa forma, baixos teores de amido na silagem de milho, podem reduzir a energia disponível para a dieta e produção de leite. No entanto, esse fato pode ser explicado pelo corte antecipado para esse híbrido, em função da padronização do tempo de colheita, portanto possivelmente se o mesmo tivesse sido colhido mais tardiamente, o teor de amido seria maior, e consequentemente o teor de FDN seria menor.

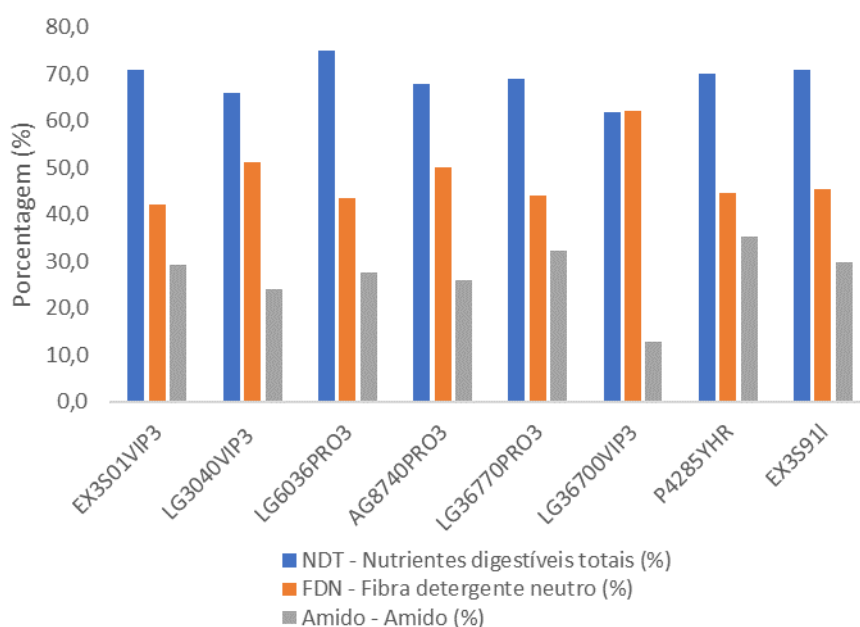


Figura 1- Teor de NDT, FDN e amido de híbridos de milho para silagem.

Houve variabilidade para percentagem de NDT, FDN e amido entre os híbridos de milho estudados. É importante destacar que todos os híbridos foram colhidos com 120 dias de plantio, desta forma, diferenças entre híbridos foram talvez superestimadas nesta comparação. Desta forma, respeitar o ponto de colheita de cada híbrido é determinante para atingir a melhor qualidade desses materiais.

Agradecimentos

À empresa Limagran (LG) pelo apoio à pesquisa.

Referências

Allen, M. S. 2002. Effects of Diet on Short-Term Regulation of Feed Intake by Lactating Dairy Cattle. *J Dairy Sci.* 83:1598–1624.

Martin, N.P., D. R. Mertens, M. B. Hall, J. G. Lauer. 2008. Fiber digestibility and starch content of corn silage, in: *Idaho Alfalfa and Forage Conferences*.

Oliveira, A. S., Z. G. Weinberg, I. M. Ogunade, A. A. P. C. Cervantes, K. G. Arriola, Y. Jiang, D. Kim, X. Li, M. C. M. Gonçalves, D. Vyas, and A. T. Adesogan. 2017. Meta-analysis of the effects of inoculation with homofermentative and facultative heterofermentative lactic acid bacteria on silage fermentation, aerobic stability, and the performance of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 100:4587–4603.

Composição bromatológica e produção de massa verde de dois híbridos de milho silagem na região de Viçosa, Minas Gerais

J. C. C. Gonçalves¹, B. M. Martins¹, L. H. R. Silva,¹ P. P. Rotta¹

Introdução

A silagem de milho é o principal constituinte das dietas de vacas leiteiras de alta produção. Existe, portanto, um grande número de híbridos no mercado que prometem alta produtividade e qualidade bromatológica. Entretanto, o desempenho destes é fortemente influenciado pelas condições edafoclimáticas do local onde é plantado (Oliveira et al., 2010). Dessa maneira, buscou-se avaliar a produtividade e composição de dois híbridos comerciais na região de Viçosa, Minas Gerais.

Material e Métodos

Os híbridos LG 3040 VIP 3 e LG 36790 VT PRO 3 foram plantados na safra de 2019/2020 de forma convencional objetivando alta produtividade de silagem de acordo com o manual “Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação” na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. As áreas destinadas ao plantio eram planas (caracterizadas na Tabela 1), compostas por latossolo vermelho-amarelo, de fertilidade construída. As sementes (66 mil/ha) foram tratadas com Stimulate®, Cropstar® e grafite afim de se promover incrementos na produção e prevenir danos por pragas culturais. Também foram realizados tratos culturais para remoção de plantas invasoras das áreas cultivadas. A massa foi ensilada em silos de alvenaria quando os grãos atingiram cerca de 2/3 da linha do leite e a planta se encontrava com cerca de 32% de matéria seca (MS).

Tabela 1 – Valores médios da análise de solo das áreas destinadas ao plantio dos híbridos

pH	H ₂ O	6,1	H+Al	cmolc/dm ³	3,6
P₂O₅	mg/dm ³	71,3	SB	cmolc/dm ³	5,1
K₂O	mg/dm ³	127,6	t	cmolc/dm ³	5,1
Ca²⁺	cmolc/dm ³	3,7	T	cmolc/dm ³	19,0
Mg²⁺	cmolc/dm ³	1,1	V	%	58,9
Al³⁺	cmolc/dm ³	0,0	P-rem	mg/L	41,3

pH (H₂O) potencial hidrogeniônico em água; P₂O₅ – Pentóxido de Fósforo; K₂O – Óxido de potássio; Ca²⁺ - Cálcio; Mg²⁺ - Magnésio; Al³⁺ - Alumínio Trocável; H+Al – Acidez potencial; SB – Soma de Bases; t – Capacidade de Troca Catiônica (CTC) efetiva; T – CTC Potencial; V – Saturação por bases; P-rem – Fósforo Remanescente

¹ Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais

O perfil do início, meio e final de cada silo foi amostrado para caracterização bromatológica utilizando o método NIRs. Os dados de produção (Figura 1) e composição bromatológica (Tabela 2) de cada híbrido foram analisados de maneira descritiva.

Resultado e discussão

O híbrido LG 36790 apresentou produtividade 7,8% superior ao híbrido LG 3040 (Tabela 2). No entanto, observa-se que ambos conseguiram produtividade acima da média recomendada por Marcondes et al. (2012) para obtenção de um bom híbrido de milho para silagem.

Tabela 2 - Produção de massa verde (PMV) e composição bromatológica de diferentes híbridos de milho comerciais cultivados na região de Viçosa, Minas Gerais

	Híbridos		
	LG 3040	LG36790	CQBAL 4.0 (MG)*
Produção de massa verde (t/ ha)	59,95	65,015	-
Matéria Seca (%)	30,77	28,76	29,26
Proteína Bruta (%)	10,4	9,94	6,98
Nutrientes Digestíveis Totais (%)	67	66	63,91
Amido (%)	27,8	31	23,99
Lignina (%)	4,14	3,14	4,50
Fibra Detergente Neutro (%)	43,87	49,24	52,68

*Composição bromatológica de silagens de milho no estado de Minas Gerais - Tabela brasileira de composição de alimentos para bovinos, versão 4.0.

Observa-se que o híbrido LG 36790 não atingiu a MS mínima de 30% preconizada pelo estudo considerando o mesmo tempo de plantio entre os dois híbridos. No entanto, o teor de amido no híbrido LG 36790 foi 3,2 pontos percentuais superior ao híbrido LG 3040. Para a nutrição de vacas leiteiras, o teor de amido é muito importante, visto que é a partir dele que haverá a produção de glicose e posteriormente lactose, sendo essa responsável pela maior produção de leite (Fonseca & Santos, 2000). A baixa variação dos componentes bromatológicos foi observada, o que não impediu que ambos atingissem valores satisfatórios para escolha de um bom híbrido para confecção de silagens de milho quando comparados aos valores médios deste volumoso para o estado de Minas Gerais (CQBAL 4.0). Ambos os híbridos podem ser recomendados para produção de silagem de milho na região de Viçosa, Minas Gerais.

Referências

- CQBAL 4.0. Acesso em 19 de agosto, 2021. <https://www.cqbal.com.br/#/>
- Fonseca, L. F. L., Santos, V. M, 2000. Em: Qualidade do Leite e Controle de Mastite. Lemos editorial, São Paulo, Brasil. Ed. 1: 9-26.
- Marcondes, M. M., Neumann, M., Marafon, F., Rosário, J. G., Faria, M. V. 2012. Aspectos do melhoramento genético de milho para produção de silagem. *Pesq. Aplicada & Agrotec.* 5(2): 173-192
- Oliveira, J. S., Sobrinho, F. S., Benitez, F. R. G., Machado, J. C. 2010. Cultivares de milho para silagem: Recomendações para região sul, sudeste e Brasil-Central – Portal Embrapa. Acesso em 3 de Junho, 2021. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/883849/cultivares-de-milho-para-silagem-recomendacoes-para-as-regioes-sul-sudeste-e-brasil-central>
- Paziani, F. S., Duarte, A. P., Nussio, L. G., Gallo, P. B., Bittar, C. M. M., Zopollatto, M., Reco, P. C. 2009. Características agronômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. *R. Bras. Zootec.* 38: 411-417. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009000300002>

Composição e produção de leite de vacas Holandesas tratadas com silagem de milho de dois híbridos comerciais

J. C. C. Gonçalves¹, B. M. Martins¹, L. H. R. Silva¹, M. I. Marcondes², P. P. Rotta¹

Introdução

A genética de um híbrido de milho não é suficiente para determinar a massa e a qualidade da silagem que será produzida (Almeida Filho et al., 1998), bem como seus efeitos sob na produção do leite de vacas confinadas. Dessa forma, a determinação da superioridade de um híbrido em relação a outro deve ser realizada avaliando diferentes bacias leiteiras, visto que há grande influência do clima sobre a qualidade do milho produzido (Oliveira et al., 2010). O objetivo do estudo foi avaliar dois híbridos de milho para silagem sobre a produção e composição do leite de vacas Holandesas na região de Viçosa, Minas Gerais.

Material e Métodos

Na safra de 2019/2020 os híbridos de milho LG 3040 VIP 3 e LG 36790 VT PRO 3 foram plantados na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. A massa foi ensilada em silos de alvenaria quando os grãos atingiram cerca de 2/3 da linha do leite e a planta se encontrava com cerca de 32% de matéria seca (MS). Início, meio e final de cada silo foram amostrados para avaliação bromatológica pelo sistema NIR (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição bromatológica média das silagens de milho utilizadas como fonte de volumoso na dieta de vacas leiteiras de alta produção

	Híbridos	
	LG 3040	LG 36790
Matéria Seca (%)	30,77	28,77
Proteína Bruta (%)	10,4	10,14
Nutrientes Digestíveis Totais (%)	67	66
Amido (%)	27,8	31
Fibra Detergente Neutro (%)	43,87	49,24
Lignina (%)	4,14	3,14

1 Departamentno de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais

2 Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Washington, Pullman, Washington

A distribuição do tamanho das partículas da silagem também foi mensurada utilizando o separador *Penn State*. Nos meses de agosto e setembro de 2020, 20 vacas Holandesas (134±105 dias em lactação) com produção média de 35 L/dia foram alimentadas com dietas à base de cada uma das silagens de milho avaliadas. O fornecimento da dieta, formulada de acordo com o NRC (2001) para produção de 35 L/dia, ocorreu na forma TMR, sempre às 07:00 horas e 16:00 horas. Amostras individuais do leite foram coletadas, conservadas e enviadas para a Clínica do Leite da ESALQ/USP, pela metodologia infra-vermelho - PO ANA 001:03 foi determinada a porcentagem dos componentes do leite (Tabela 2). Semanalmente foram realizados controles leiteiros (Tabela 2). Os dados foram submetidos ao procedimento MIXED do SAS sendo que cada híbrido foi considerado um tratamento e os dias em lactação (DEL) adicionados como covariância da produção e componentes do leite.

Resultados e discussão

Não foi observada diferença ($p > 0,05$) entre os tratamentos na produção de leite, percentagem de gordura, lactose, e sólidos totais. A produção tende aumentar à medida em que se aumenta a quantidade de amido digestível na dieta (Ferraretto et al., 2013). Neste trabalho, as vacas receberam a mesma formulação e relação de volumoso:concentrado e a porcentagem de amido da silagem de cada híbrido diferiu apenas 1,77 pontos percentuais, não sendo, portanto, suficiente para diferenciar a produção leiteira. A gordura do leite está principalmente associada às proporções de volumoso/concentrado da dieta (Sandoval & Ribeiro, 2021) enquanto a lactose e os sólidos totais são relacionados ao DEL e à quantidade de leite produzida (Pinto et al., 2017), respectivamente. Neste trabalho, a produção de leite foi semelhante em ambos os tratamentos, bem como o DEL, não exercendo efeitos nas variáveis estudadas. O valor de proteína do leite foi maior ($p < 0,05$) quando os animais foram alimentados com silagem do híbrido LG 36790. Essa diferença pode ser explicada pela maior proporção de partículas menores que 4 mm para silagem deste híbrido, o que está relacionado a maior digestibilidade de carboidratos rapidamente fermentáveis (Penn State Extension, 2013) e provavelmente contribuiu para maior produção de proteína microbiana e proteína no leite.

Tabela 2 – Composição e produção de leite (PL) de vacas Holandesas alimentadas com silagem de diferentes híbridos de milho

	Híbridos		EPM ¹	p-valor ²
	LG 3040	LG 36790		
PL (L/d)	35,9	36,6	1,29	0,71
Gordura (%)	3,3	3,1	1,64	0,45
Proteína (%)	2,94	3,06	0,03	0,03
Lactose (%)	4,57	4,58	0,03	0,88
Sólidos Totais (%)	11,77	12,29	0,37	0,33

¹EPM - Erro Padrão da Média, ²significativo quando $p < 0,05$.

Referências

Almeida Filho, S. L., Fonseca, D. M., Garcia, R., Obeid, J. A., Oliveira, J. S. 1998. Características agrônômicas de cultivares de milho (*Zea Mays* L.) e qualidade dos componentes da silagem. *Rev. Bras. Zootec.*, 28(1): 7-13. <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35981999000100002>

Ferraretto, L. F., Crump, P. M., Shaver, R. D. 2013. Effect of cereal grain type and corn grain harvesting and processing methods on intake, digestion and milk production by dairy cows through a meta-analysis. *J. Dairy Sci.*, 96: 553-550. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-5932>

NRC - Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC. 2001.

Oliveira, J. S., Sobrinho, F. S., Benitez, F. R. G., Machado, J. C. 2010. Cultivares de milho para silagem: Recomendações para região sul, sudeste e Brasil-Central – Portal Embrapa. Acesso em 3 de Junho, 2021. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/883849/cultivares-de-milho-para-silagem-recomendacoes-para-as-regioes-sul-sudeste-e-brasil-central>

Penn State Extension. 2013. Acesso em Julho, 2021. <https://extension.psu.edu/penn-stete-particle-separator>

Rosa, P. P., Zanela, M. B., Ribeiro, M. E. R., Fluck, A. C., Angelo, I. D. V. Ferreira, O. G. L., Costa, O. A. D., Peres, P. F. 2017. Fatores etiológicos que afetam a qualidade do leite e o Leite

Instável Não Ácido (LINA). *Rev. Elec. Vet.*, 18(12): 1-17.

Sandoval, V. L., Ribeiro, L. F. 2021. Qualidade do leite: sua influência no processamento, requisitos obrigatórios e sua importância para o produto final, *Ges. Tecno. & Cien.* 10(28): 41-49.

Protein requirement in pregnant dairy cows

T.D.A.Silva¹, F.P.Provazi², B.M.Martins², M. I.Marcondes², M.M.Campos³, S.C.V.Filho², P.P.Rotta²

Introduction

It is known that nutrition is one of the pillars for the success of a dairy farm and a well-formulated diet with efficient nutritional estimates guarantees a good productive result. The formulation of diets for dairy cattle is based on different systems, such as: AFRC (1993), NRC (2001), CSIRO (2007) and INRA (2018). The NRC (2001) is the most used among them and this system was based only on data from Bell et al. (1995); to estimate the requirements of pregnant cows. There are several factors that can affect the estimation of protein requirement during pregnancy, such as the variables conceptus weight, calf birth weight and days of gestation. In view of the lack of studies to provide more accurate data on protein requirements during pregnancy, the objective of this study was to estimate the nutritional requirements of protein for pregnancy in dairy cows.

Material and methods

The study was carried out at the Federal University of Viçosa (UFV), in Viçosa - MG, 62 Holstein × Gyr cows were used, with an average body weight of 480 ± 10.1 kg and age of 5 ± 0.5 years, divided into three groups: 44 pregnant, 12 non-pregnant and 6 cows at baseline. Baseline cows were slaughtered before starting the experiment. The rest of the animals were housed in individual pens equipped with bunk beds and an automatic water system with free access. Pregnant and non-pregnant cows received two different diets: maintenance (MA) and ad libitum (AD) respectively, and for the MA group, the dry matter intake (DMI) was 1.15% of the body weight (BW). The diet was based on corn silage and concentrate (in the ratio of 93:7 DM as a total mixed ration), the orts were weighed daily, both silage and orts were sampled every day and the volume kept at a temperature -20°C until laboratory analysis. Feed was provided twice a day, with 60% in the morning and 40% in the afternoon. The diet of cows managed in the AD diet underwent adjustments so that there was approximately 5% of daily orts based on feeding. The animals were weighed every 28th after fasting for 16 hours to obtain the shrunk body weight. Based on the study by Rotta et al. (2015), pregnant cows were slaughtered on four different feedlot days: 139, 199, 241 and 268 days, with 11 cows slaughtered in each period. For non-pregnant cows, the slaughter periods were 199, 241 and 268 days of feedlot, with 4 cows slaughtered in each. Feces and urine were collected in six periods with an interval of 28 days each, with collections being carried out in the last 5 days of each interval. The stool samples were dried in an oven at 55°C for 72 hours and were ground in a 1 mm knife mill

1 Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brasil

2 Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brasil

3 EMBRAPA Gado de Leite, Juiz de Fora-MG, Brasil

(Wiley mill, A.H. Thomas). A composite collection of each animal was obtained at the end of each period as well. Urine was sampled by manual stimulation of the vulva, acidified to pH <4.0 with concentrated sulfuric acid and then frozen at -20 °C for nitrogen, urea, allantoin, creatinine and uric acid analysis. The slaughter was done using a captive screw stunner, followed by bleeding, the pregnant uterus, together with the mammary gland, were collected and stored at -80°C for later analysis.

Forty-two pregnant cows were used to estimate protein accumulation in gestational components (GEST_{preg}). Thus, only the protein accumulation due to pregnancy was accounted for:

$$GEST_{preg} = 0.4228 * EXP^{(0.01291 * DG)}$$

The GEST and days of pregnancy (DG) balance was used to estimate the protein requirements during the gestational period. The GEST balance was calculated as the difference between the initial and final weight of each component and to predict the initial GEST, a linear regression was estimated as a function of the final protein in the GEST and in the empty body weight of the animals. The quadratic, single exponential and double exponential models were selected to adjust the pregnancy component as a function of the daily gain (DG):

$$Quadratic\ model = \beta_0 + \beta_1 DG + \beta_2 DG^2$$

$$Simple\ exponential\ model = \beta_0 * exp^{(\beta_1 * DG)}$$

$$Double\ exponential\ model = \beta_0 * exp^{exp^{(\beta_1 * DG)}}$$

To assess the best fit, the Akaike information criterion (AIC) was used. This method demonstrates, within a group of pre-selected models, the one with the smallest Kullback-Leibler divergence (K-L). The smallest AIC value found for a model represents the best fit. Protein utilization efficiency for pregnancy (k_{gest}) was calculated by the iterative method using the following equation:

$$\Delta = MPI - \left(MP_m + \frac{NP_g}{k_g} + \frac{NP_{gest}}{k_{gest}} \right)$$

where MPI = metabolizable protein intake (g/d), MP_m = metabolizable protein for maintenance (g /d), NP_g = net protein for gain (g/d), k_g = efficiency of use of metabolizable protein for gain (%), NP_{gest} = net protein for pregnancy component (g/d) and k_{gest} = protein utilization efficiency for pregnancy (%). The iteration that aimed at a zero deviation between the MPI and the other MP requirement values was performed. However, the other components needed to estimate the MP requirements (MPI, MP_m, NP_g, k_g and NP_{gest}) were calculated previously.

Results and discussion

Pregnancy requirements were calculated based on protein accumulation in GEST. After that, protein accumulation was calculated, and we used a simple exponential model to adjust the net protein requirement for pregnancy as a function of DG. The most suitable model for the data, considering the AIC as an assessment, was:

$$CP_{gest} = 0.006629 \pm_{0.00028} \times \exp^{(0.02666 \pm_{0.00016} \times DG)}$$

$$(R^2 = 0.99425; \text{MSE} = 2.0694552).$$

where CP_{gest} = crude protein retained during pregnancy due to pregnancy (kg), DG = days of gestation, β₀ and β₁ = equation parameters. The first derivative of this model was adopted as the net requirement for pregnancy (NP_{gest}):

$$NP_{gest} = 0.0001767 \times \exp^{(0.02666 \times DG)}$$

The NRC's (2001) net gestation protein estimates start at 190 days and are 49% higher in this DG than the current study estimates. In DG 270, our requirement is 55.9% of that of the NRC (2001) and after that period the rates are similar. Data from this study show a high growth rate from 200 days of gestation, due to high protein deposition in the uterus and mammary gland. The data found differ from the NRC (2001) in that we computed the increase in protein in the udder, which may account for the increase in late gestation along with fetal growth. Thus, due to the behavior of protein accumulation in the components of pregnancy, mainly in the fetus, we believe that the exponential model better describes the requirements for pregnancy. We suggest using the equations described in this study to estimate NP_{gest} and kg_{gest} and kp for pregnant dairy cows.

Acknowledgment

Universidade Federal de Viçosa (UFV), Departamento de Zootecnia (DZO-UFV), Programa Família do Leite, Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite (UEPE-GL).

References

Agricultural and Food Research Council 1993. Energy and Protein Requirements of Ruminants. CAB International, Wallingford, UK.

Bell, A. W., R. Slepatis, and U. A. Ehrhardt. 1995. Growth and accretion of energy and protein in the gravid uterus during late pregnancy in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 550:1954–1961.

Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) 2007. Nutrient Requirements of Domesticated Ruminants, Collingwood, Australia.

Institut National de La Recherche Agronomique 2007. Alimentation des bovins, ovins et caprins: Besoins des animaux, Valeurs des aliments. Versailles, France: Editions QUAE.

National Research Council (NRC) 2001. Nutrients Requirements of Dairy Cattle. 7th revised ed. National Academy Press, Washington, DC.

Rotta, P. P., S. C. Valadares Filho, T. R. S. Gionbelli, L. F. Costa e Silva, T. E. Engle, M. I. Marcondes, M. M. Campos, A. C. B. Menezes, and A. A. G. Lobo. 2015a. Effects of day of gestation and feeding regimen in Holstein × Gyr cows: Maternal and fetal visceral organ mass.

Descrição morfológica e histológica do rúmen de bezerros leiteiros no pré-desaleitamento suplementados com extrato de orégano

J. A. Guimaraes¹, L. A. Ritt¹, E. C. Modesto¹, A.T. D. de Oliveira¹, V. Fischer¹

Introdução

O orégano (*Origanum vulgare*) é uma fonte bem documentada de óleos essenciais, com capacidade de romper o gradiente iônico da membrana celular bacteriana, inibindo tanto bactérias gram-positivas quanto gram-negativas (Helander et al., 1998; Dorman & Deans, 2000). Os compostos ativos majoritários do óleo de orégano são o carvacrol e o timol (Chouhan et al., 2017). Segundo Calsamiglia et al. (2007), em um estudo *in vitro* com doses altas, o carvacrol diminuiu as proporções de acetato para propionato, a produção de AGV e elevou o pH e a concentração de butirato. O desenvolvimento morfológico do rúmen refere-se principalmente às características das papilas, à espessura do músculo e ao tamanho do órgão (Van Soest, 1994). Como as pesquisas com inclusão de extratos de plantas focam no desempenho geral e sanitários dos animais, objetivou-se avaliar modificações morfométricas e histológicas das papilas ruminais, ramificações e túnica submucosa do rúmen de bezerros leiteiros no período pré-desaleitamento, consumindo dieta suplementada ou não com extrato de orégano.

Material e Métodos

O estudo foi realizado com 10 bezerros machos da raça Holandesa procedentes de diferentes fazendas, com três até sete dias de vida, durante um período de quarenta e cinco dias. Os animais foram divididos aleatoriamente em dois tratamentos: controle (CO) sem a suplementação do extrato de orégano e suplementados com 60 mg de extrato de orégano por kg de peso (OE), administrado via deglutição forçada (antes do aleitamento). Os animais tiveram acesso livre à água e ao concentrado inicial e receberam 6 L/dia de sucedâneo lácteo (Sprayfo Violet® contendo 20% de proteína bruta (PB), 15% de extrato etéreo (EE), 12,5% de sólidos; Sloten do Brasil Ltda, Santos, São Paulo, Brasil), dividido em duas refeições diárias (7:00 e 18:00). No dia 53 do experimento, os bezerros foram desmamados e no dia 54 foram sacrificados com acepromazina (0,013 mg / kg de peso corporal), tiopental (0,125 mg / kg de peso corporal) e cloreto de potássio (80-120 ml). Em seguida, a cavidade abdominal foi aberta e o rúmen isolado do restante do trato gastrointestinal com zip lock para evitar o refluxo da digesta. A amostragem de tecido para os parâmetros de desenvolvimento ruminal foram realizadas conforme descrito por Lesmeister et al. (2004) e as análises

¹ Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS, Brasil.

de morfometria procederam conforme descrito por Liu et al. (2017). Através de um microscópio eletrônico (modelo Zeiss axio imagem m2) acoplado a um computador com o programa da zeiss 2012, foi realizado as imagens das lâminas e o programa ImageJ 1.53f/java 1.8.0_261 foi utilizado para medições de espessura da túnica submucosa, altura das papilas ruminais e número de papilas em áreas de 15.000 μm , no caso de lâmina que possuíam ramificações foi registrado a quantidade de ramificações, altura e quantidade de papilas por ramificação. Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, análise de variância e teste T para comparação das médias.

Resultados e discussão

O número e altura das papilas ruminais assim como a espessura da túnica submucosa não diferiram entre animais controle e suplementados. A quantidade e a altura das ramificações foram maiores em animais controle, assim como a quantidade de papilas por ramificação (Tabela 1). Esperava-se que o fornecimento de extrato de orégano alterasse a frequência dos microrganismos no rúmen e os perfis de fermentação ruminal, elevando a produção de butirato. Estudos prévios mostraram aumento da produção de butirato, com potencial mudança no desenvolvimento de comprimento, largura e área das papilas ruminais (Tamate et al. 1962; Lane et al. 2002).

Segundo Calsamiglia et al. (2007), a eficácia dos extratos das plantas pode variar dependendo da parte da planta utilizada, da época do ano em que foi cultivada e da estrutura química do OE. Diferenças observadas nos estudos como doses utilizadas, formas de suplementação e variedade de extratos vegetais, podem explicar a inconsistência vista nos resultados das pesquisas, como nesta, onde os animais que receberam suplementação de extrato de orégano tiveram desempenho igual ou inferior aos animais controle nas variáveis observadas.

Tabela 1 - Histologia do rúmen de terneiros recebendo leite com ou sem orégano

Variáveis	Alimentação		Média	CV	P
	CO	EO			
Altura papila ruminal	36,09	35,94	36,01	25,60	0,9801
Espessura da túnica submucosa	15,72	8,96	12,34	57,11	0,1678
Número de papilas ruminais	7,70	6,47	7,08	36,35	0,4748
Possui ramificação	1,00a	0,77b		31,79	0,0193
Quantidade de ramificações	6,00a	3,44b		67,43	0,0186
Altura da ramificação	84, 37a	37,24b		54,03	0,0001
Quantidade de papilas/ramificação	5,59a	2,76b		54,44	0,0007

Referências

- Casalmiglia, S., Busquet, M., Cardozo, L., Castillejos, L., Ferret, A. 2007. Invited review: Essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. *J. Dairy Sci.* 90:2580-2595.
- Chouhan, S., Sharma, K., Guleria, S. 2017. Antimicrobial activity of some essential oils - present status and future perspectives. *Medicines.* 4:58.
- Dorman, H. J., Deans, S. G. 2000. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*, v.88, n.2, p.308-316, 2000.
- Helander, I. M., Alakomi, H-L., Latva-Kala, K., Mattila-Sandholm, T., Pol, I., Smid, E. J., Gorris, L. G. M., Wright, A. V. 1998. Characterization of the action of selected essential oil components on gram negative bacteria. *J. Agriculture and Food Chemistry.* 46:3590-3595.
- Lane, M. A., Baldwin IV, R. L., Jesse, B, W. 2002. Developmental changes in ketogenic enzyme gene expression during sheep rumen development. *J. Animal Sci.* 80:1538-1544.
- Lesmeister, K. E., Tozer, P. R., Heinrichs, A. J. 2004. Development and analysis of a rumen tissue sampling procedure. *J. Dairy Sci.* 60:1336-1344.
- Liu, Q., Wang, C., Guo, G., Huo, W. J., Zhang, Y. L., Pei, C. X., Zhang, S. L., Wang, H. 2017. Effects of isovalerate supplements on morphology and functional gene expression on rumen mucosa in pre- and post-weaning dairy calves. *Animal.* 12:491-500.
- Tamate, H., McGilliard, A. D., Jacobson, N. L., Geety, R. 1962. Effect of various dietaries on the anatomical development of the stomach in the calf. *J. Dairy Sci.* 45:408-420.
- Soest, P. J. V. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant.* 2nd ed. Cornell University Press, New York, the USA.

Identification of mastitis-causing bacteria by MALDI-TOF mass spectrometry

F. S. Coutinho¹, M. M.C. Granja¹, A. G. S. Daniel¹, G. P. Paes¹, W. V. Guimarães¹, D. L. Santos¹, L. F. Santos¹ and J. L. Santos¹.

Introduction

The subclinical mastitis is the most common form of mastitis in dairy cattle, characterized by an inflammation of the mammary gland, which directly affects its physiological function. This disease is of great concern in dairy cattle since the milk quality and yield are affected (Tomazi et al. 2014). Fast and correct identification of the causative agents of mastitis is important for the selection of specific treatment protocols and for methods of control. The purpose of this study was to evaluate the ability of matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry (MALDI-TOF MS) for direct identification of bovine mastitis-causing bacteria from milk samples.

Material and methods

Milk samples were collected from June 2020 to June 2021 from dairy cows previously diagnosed with subclinical mastitis in 232 dairy farms in the States of Minas Gerais, Espírito Santo and Paraná, Brazil. Milk samples were collected aseptically according to the recommendations of the National Mastitis Council (Oliver et al. 2004) (NMC) and transported at 4.5°C to laboratory for further analysis. All bacterial strains were incubated at 37°C under aerobic conditions for growth using a blood agar plate. After 24 h of incubation, colonies of each bacterial isolate were removed from the agar plates and identified by MALDI-TOF. The spectra obtained were analyzed using MALDI Biotyper 3.0 software (Bruker Daltonik, Bremen, Germany), which has over 8.000 referential spectra for microorganism identification.

Results and discussion

The MALDI-TOF MS coupled to the Biotyper version 3.0 used to analyze isolates from milk samples of dairy cows with subclinical mastitis identified 1.087 isolates of bacteria from different species that can cause bovine mastitis, like *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Streptococcus agalactiae*, ***Streptococcus uberis***, ***Klebsiella pneumoniae***, *Streptococcus dysgalactiae*, *Corynebacterium spp.*, ***Streptococcus bovis*** and coagulase-negative staphylococci (CNS) (Table 1). In the CNS bacteria group were identified 44 *S. hycus*, 27 *S. epidermidis*, 02 *S. chromogenes*, 02 *S. saprophyticus*, 01 *S. simulans* and 01 *S. xylosus*). Protein profiles of isolates from milk samples and their identification by MALDI-TOF MS Biotyper data processing can be observed in the Figure 1.

¹ Empresa MicroVet - Microbiologia Veterinária Especial, Viçosa- MG, Brasil

Table 1 - Identification of bacterial strains obtained by MALDI-TOF MS plus Biotyper data processing.

Microorganisms	Number of isolates
<i>Staphylococcus aureus</i>	276
<i>Escherichia coli</i>	244
<i>Streptococcus agalactiae</i>	181
<i>Streptococcus uberis</i>	166
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	58
<i>Streptococcus dysgalactiae</i>	58
<i>Corynebacterium spp. and coagulase-negative staphylococci (CNS)</i>	77
<i>Streptococcus bovis</i>	27

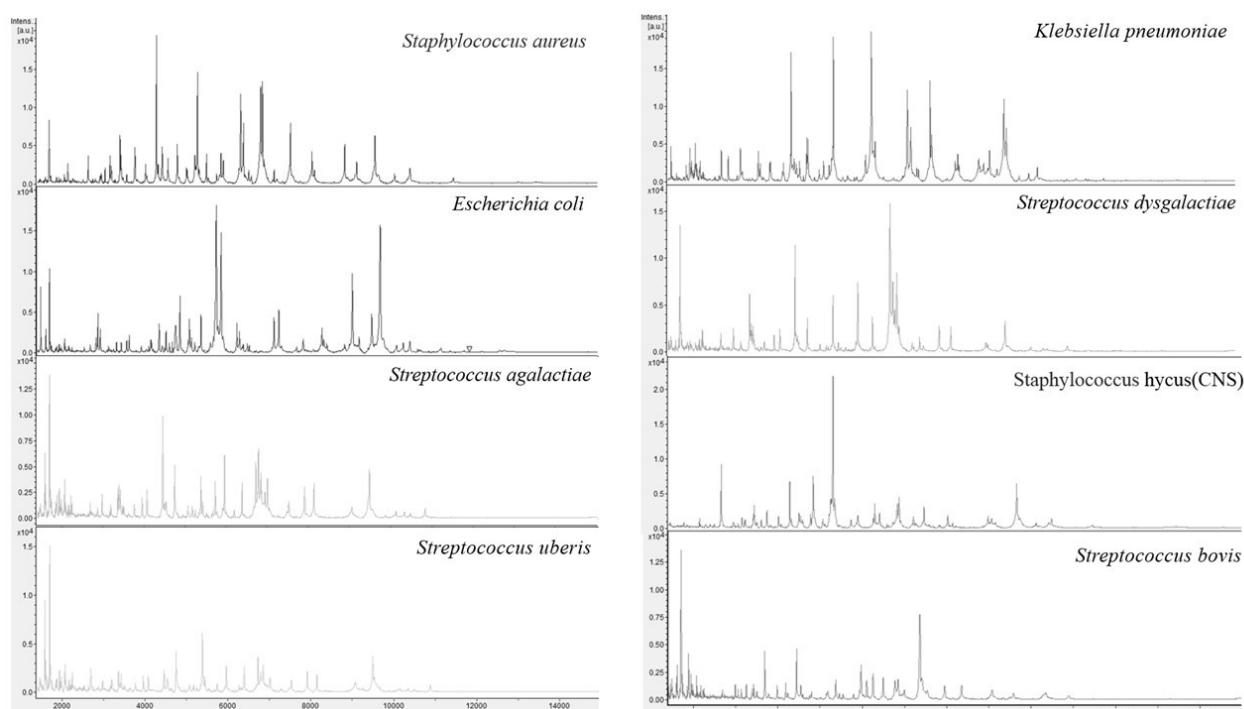


Figure 1- MALDI-TOF MS spectra of four bacteria isolates from milk samples and their identification by Biotyper data processing.

Microorganisms such as *Staphylococcus aureus* (25,4%), *Escherichia coli* (22,4%), *Streptococcus agalactiae* (16,6%) and *Streptococcus uberis* (15,3%) were the main bacteria species isolated from bovine mastitis and they are considered the major cause of subclinical mastitis in dairy cows. Minor pathogens such as *Corynebacterium spp.* and coagulase-negative staphylococci were also identified in this study. *Corynebacterium spp.* is difficult to identify at the species level since this microorganism share phenotypic similarities with other bacteria and requires numerous biochemical tests in order to be properly identified. Fortunately, MALDI

TOF MS was able to distinguish these species through protein fingerprinting. In this study, MALDI-TOF-MS is demonstrated to be a fast and sensitive tool for identification of isolates causing contagious bovine mastitis. From the above results, it could be concluded that *S. aureus*, *E. coli*, *S. agalactiae* and *S. uberis* are the most recurrent pathogens causing bovine mastitis.

References

Halasa, T. Huijps, K. Osteras, O. and Hogeveen, H. 2007. Economic effects of bovine mastitis and mastitis management: a review. *Vet. Q.* 29:18-31. <http://dx.doi.org/10.1080/01652176.2007.9695224>

Oliver, S. P. O. González, R. N. Hogan, J. S. Jayarao, B. M. and Owens, W. E. 2004. Microbiological procedures for the diagnosis of bovine under infection and determination of milk quality. National Mastitis Council Inc., Verona, WI, USA. 47.

Tomazi, T. Gonçalves, J. L. Barreiro, J. R. Braga, P. A. C. Silva, L. F. P. Eberlin, M. N. and Santos, M. V. 2014. Identification of coagulase-negative staphylococci from bovine intramammary infection by matrix-assisted laser desorption ionization-time of flight mass spectrometry. *J. Clin. Microbiol.* 52:1658-1663. <https://journals.asm.org/doi/10.1128/JCM.03032-13>

Ocorrência do Leite Instável Não Ácido no mundo no século XXI

I. D. V. Angelo¹, A. F. Bettencourt¹, L. S. Garcia¹, C. A. K. Ximenes¹, J. A. Guimarães¹, V. L. Domenico², V. Fischer¹

Introdução

O primeiro relato científico de precipitação do leite sem acidez excessiva no teste do álcool ocorreu na Holanda há quase 90 anos (Zanela & Ribeiro, 2018). Desde então, autores de diferentes países identificaram casos de leite instável ao longo dos anos, como no Japão (Yoshida, 1980), na Itália (Pecorari et al., 1984), no Irã (Sobhani et al., 1998), em Cuba (Ponce Ceballo, 2000), na Bolívia (Alderson, 2000), no Uruguai (Barros et al., 1999) e no Brasil (Balbinotti et al., 2005). Nos dias de hoje, o Leite Instável Não Ácido (LINA) é um problema em muitos países que ainda fazem uso do teste do álcool para determinar a estabilidade do leite cru, como Brasil, Cuba e Argentina (Fagnani et al., 2016).

O LINA é caracterizado pela coagulação da caseína do leite quando submetido à prova do álcool, mas sem acidez excessiva. As possíveis causas do LINA englobam a restrição alimentar, o desequilíbrio salino no leite, o estresse térmico e o período em lactação dos animais (Marques et al., 2007). A concentração alcoólica mínima prevista pela IN76 (Brasil, 2018) para o teste de estabilidade do leite no Brasil é de 72% v/v, porém essa determinação varia dependendo do país. O objetivo desse levantamento bibliográfico foi determinar a ocorrência do LINA no mundo, excluindo o Brasil, no século XXI e os critérios utilizados em seu diagnóstico.

Material e métodos

As informações foram obtidas a partir da busca por artigos, dissertações e teses nas bases de dados Scopus e Google Acadêmico, entre os meses de setembro de 2018 e julho de 2019. As palavras-chave utilizadas nas buscas foram “milk”, “raw”, “bulk”, “stability”, “alcohol” ou “ethanol”.

Os resultados obtidos através das bases de dados foram estudos, tanto nacionais quanto internacionais, de experimentos e estudos de caso, que tiveram relação com Leite Instável Não Ácido. No presente estudo foram consideradas apenas os estudos realizados internacionalmente, excluindo o Brasil.

Após a exclusão de estudos nacionais e repetidos, as publicações foram tabuladas em planilha do Microsoft Excel quanto ao seu ano de publicação e autores (referência), local de relato (país), número de amostras analisadas, normativa do país para concentração de álcool, definição de LINA (teor alcoólico utilizado), porcentagem de amostras instáveis e provável causa da ocorrência. Os dados obtidos foram analisados por estatística descritiva.

1 Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS, Brasil

2 Departamento de Microbiologia Agrícola, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS, Brasil

Resultados e discussão

Foram encontrados oito trabalhos publicados entre os anos de 2001 e 2017 nas bases de dados consultadas (Tabela 1). O LINA foi identificado principalmente em países da Europa e da América do Sul, constando apenas uma publicação da Ásia.

Quanto à definição de LINA, a concentração de etanol usada no teste pelos latino-americanos se manteve entre 70 e 85%. Os países europeus, que não utilizam o teste do álcool para avaliar o leite nos laticínios, usaram concentrações de etanol que variaram desde 40% até 100. O teste do álcool não é usado nos EUA e maior parte dos países europeus com exceção da Rússia desde a metade do século 20, devido à melhoria na qualidade microbiológica do leite, além de questionamentos quanto à falta de especificidade do teste (Chavez et al., 2004).

As causas da reduzida estabilidade variaram entre os estudos, desde elevadas contagens bacterianas (2), concentração de cátions divalentes (2), restrição nutricional (1) e sazonalidade (2).

A ocorrência do Leite Instável Não Ácido foi variável entre os estudos em países da Europa e da América Latina e os critérios para sua determinação e as causas atribuídas variaram conforme o local.

Tabela 1 - Definição, local e possíveis causas do LINA

Referência	País	Nº Amostras	Normativa Álcool (%)	Definição de LINA (Concentração Alcoólica %)	% LINA	Provável Causa
Molina et al. (2001)	Chile	96	68	70, 75, 80 e 85	76,6	CBT
Chavez et al. (2004)	Argentina	85	70	72 e 78	73,4	Íons Ca, Mg e P
Ferraril et al. (2007)	Chile	6	68	70, 75, 80 e 85	76	Estresse nutricional
Gaucher et al. (2008)	França	5	-	50 a 95	NI ¹	ND ²
Omoarukhe et al. (2010)	Inglaterra	NI ¹	-	NI ¹	70	Sais de cálcio no leite
Chen et al. (2010)	Inglaterra	25	-	Concentração mínima alcoólica para coagular o leite	93	Variação sazonal
Rouhi et al. (2017)	Irã	253	-	NI ¹	22,1	CBT
Karlsson et al. (2017)	Suécia	22	-	40 a 100	NI ¹	Variação sazonal

CBT = contagem bacteriana total; ¹Não indicado; ²Não determinado.

Agradecimentos

Ao apoio do CNPq, CAPES e UFRGS.

Referências

- Alderson, E. Small scale milk collection and processing an developing countries. E-mail conference. FAO, 2000.
- Balbinotti, M.; Marques, L. T.; Fischer, V.; Ribeiro M. E. R.; Stumpf, W.; Reckziegel, F. J.; Carbonari, C.; Varela, M. 2005. Incidência do leite instável não ácido (LINA) na região sul do Rio Grande do Sul. Ver. Bras. Agroc. 13:91-100.
- Barros, L.; Denis, N.; Gonzales, A.; Núñez, A. 1999. Prueba del alcohol em leche y relación com cálcio iônico. Ver. Práct. Vet. 9.
- Brasil. Instrução Normativa Nº 76, de 26 de novembro de 2018. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Diário Oficial da União, Brasília, 26 de novembro de 2018, Brasil.
- Chavez, M. S.; Negri, L. M.; Taverna, M. A.; Cuatrín, A. 2004. Bovine milk composition parameters affecting the ethanol stability. J. Dairy Res. 71:1-6.
- Fagnani, R.; Battaglini, A. P. P.; Beloti, V.; Araújo, J. P. A. 2016. Estabilidade do leite ao álcool ainda pode ser um indicador confiável? Ciênc. Anim. Bras. 17:386-394.
- Marques, L. T.; Zanela, M. B.; Ribeiro, M. E. R.; Stumpf, J. R. W.; Fischer, V. 2007. Ocorrência do leite instável ao álcool 76% e não ácido (LINA) e efeito sobre os aspectos físico-químicos do leite. Rev. Bras. Agroc. 13:91-97.
- Ponce Ceballo, P. Síndrome do leite anormal e qualidade do leite. In: Curso on line sobre qualidade do leite do Instituto Fernando Costa. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br>> Acessado em: 05 ago. 2021.
- Sobhani, S.; Valizadeh, R.; Naserian, A. 1998. Alcohol stability of milk and its relation to milk and blood composition in Holstein dairy cows. J. Dairy. Sci. 85: p.58.
- Yoshida, S. 1980. Studies on the Utrech abnormality of milk in the Miyuki Dairy Farm. J. Fac. Appl. Biol. Sci. 19:39-54.
- Zanela, M. B.; Ribeiro, M. E. R. 2018. LINA – Leite Instável Não Ácido. Pages 1-19 in Comunicado Técnico, EMBRAPA, Pelotas, Brasil.

Ocorrência do leite instável não ácido no Brasil entre os anos de 2008 e 2018

I. D. V. Angelo¹, A. F. Bettencourt¹, L. S. Garcia¹, C. A. K. Ximenes¹, J. A. Guimarães¹, V. L. Domenico², V. Fischer¹

Introdução

O leite instável não ácido (LINA) é um problema que acomete os sistemas de produção leiteira quando um ou mais fatores que influenciam na estabilidade da proteína do leite encontram-se em desequilíbrio (Zanela & Ribeiro, 2018). O LINA se caracteriza pela perda da estabilidade da caseína quando submetido ao teste do álcool, resultando em precipitação, porém sem ocorrer elevação da acidez do leite (Marques et al., 2007).

A ocorrência do LINA no Brasil foi relatada em diversos estados ao longo dos anos de 2008 e 2018. As possíveis causas do LINA variam conforme as características do sistema de produção e região a qual ele está inserido, bem como a composição racial dos rebanhos, época do ano e condições climáticas o que causa diferenças drásticas quando os resultados são comparados. Além disso, pode-se citar, por exemplo, fatores nutricionais, fatores ambientais, fatores intrínsecos ao animal, etc. como outras possíveis causas (Zanela et al., 2011).

Desde que a Instrução Normativa 51 (Brasil, 2002) entrou em vigor, ocorreu a padronização da concentração alcoólica mínima em 72% para que o teste do álcool. Para que o resultado seja considerado negativo e o transporte do leite até o laticínio e sua aceitação na plataforma ocorram, o leite não deve apresentar precipitação. Contudo, a indústria pode optar por testar o leite com soluções alcoólicas de maiores graduações, o que torna o diagnóstico do LINA algo subjetivo e algumas indústrias mais exigentes do que outras. O objetivo dessa revisão de literatura foi determinar a incidência do LINA no Brasil, suas possíveis causas e o critério utilizado no diagnóstico.

Material e métodos

As buscas na literatura foram feitas a partir da pesquisa de artigos, dissertações e teses em duas bases de dados, Scopus e Google Acadêmico, durante o período de setembro de 2018 a julho de 2019. As palavras-chave utilizadas nas buscas foram “milk”, “raw”, “bulk”, “stability”, “alcohol” e “ethanol”.

As pesquisas nas bases de dados resultaram em trabalhos nacionais e internacionais, tanto de experimentos quanto de estudos de caso, relacionados ao Leite Instável Não Ácido (LINA). No presente trabalho foram apenas consideradas

¹ Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS, Brasil

² Departamento de Microbiologia Agrícola, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS, Brasil

publicações originadas de dados produzidos no Brasil. Decidiu-se considerar apenas trabalhos atuais que tivessem, no máximo, dez anos de publicação até o período em que as buscas nas bases de dados foram realizadas.

Após a exclusão dos estudos conduzidos no exterior e daqueles repetidos, as publicações foram organizadas em planilha Excel com informações sobre o ano de publicação e autores (referência), local (estado), número de amostras analisadas, definição de LINA (concentração de etanol na solução teste), porcentagem de amostras instáveis e provável causa da ocorrência. Os dados obtidos foram analisados por estatística descritiva.

Resultados e discussão

A partir da revisão bibliográfica, 18 estudos publicados entre os anos de 2008 e 2018 foram considerados. Os estudos sobre o LINA ocorreram principalmente no Sul do Brasil (61%), seguido pela região Sudeste (22%). Dentre os 63% dos trabalhos que indicaram causas prováveis para a incidência do LINA, a alta Contagem de Células Somáticas (CCS) e fatores nutricionais, como restrição alimentar e deficiência energética, foram as mais citadas. A CCS diminui o teor de sólidos no leite, como a lactose, que é um componente importante na manutenção do equilíbrio osmótico do leite e pode influenciar em sua estabilidade (Fagnani, 2016). Já a restrição alimentar pode tornar as junções firmes do epitélio mamário mais permeáveis e aumentar a passagem de íons para o leite, como sódio e cloro, reduzindo sua estabilidade (Stumpf et al., 2013).

A porcentagem de LINA foi informada em 89% dos trabalhos e teve grande variação entre os mesmos, apresentando valores entre zero e 69,8% de casos de LINA diagnosticados. Contudo, metade (50%) destes estudos indicaram valores de LINA entre 30 e 50%, semelhante ao descrito na literatura (Zanela et al., 2009; Battaglini et al., 2013).

Quanto à definição de LINA, 61% dos autores realizaram o teste do álcool a 72%, o mínimo previsto pela legislação. Outros (33%), utilizaram diferentes graduações alcoólicas até atingirem o valor mínimo necessário para que o leite precipitasse. A indústria utiliza concentrações de álcool mais altas visando obter matérias-primas de melhor qualidade para a produção do UHT (Silva et al., 2012). Entretanto, Molina et al. (2001) acreditam que o teste do álcool não é capaz de fornecer uma boa previsão da estabilidade térmica, não havendo relação linear entre aumento do tempo de coagulação com o aumento da concentração de etanol na solução teste. Machado et al. (2017) também não verificaram associação entre o tempo de coagulação e concentração de etanol na solução teste.

Dos estudos encontrados na literatura, 77,8% relataram casos de LINA, sendo que essas ocorrências se concentraram nos estados do Sul e do Sudeste do Brasil. As principais causas da incidência foram a Contagem de Células Somáticas

acima do preconizado e fatores nutricionais, enquanto o principal critério de diagnóstico utilizado foi o teste do álcool a 72%.

Agradecimentos

Ao apoio do CNPq, CAPES e UFRGS.

Referências

- Battaglini, A. P. P.; Beloti, V.; Fagnani, R.; Tamanini, R.; Dunga, K. S. 2013. Caracterização físico-química e microbiológica do leite bovino instável não ácido em função das estações do ano. *Ver. Bras. Med. Vet.* 35:26-32.
- Brasil. Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002. Diário Oficial da União, Brasília, 19 de setembro de 2002. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- Fagnani, R.; Battaglini, A. P. P.; Beloti, V.; Araújo, J. P. A. 2016. Estabilidade do leite ao álcool ainda pode ser um indicador confiável? *Ciênc. Anim. Bras.* 17:386-394.
- Machado, S. C.; Fischer, V.; Stumpf, M. T.; Stivanin, S. C. B. 2017. Seasonal variation, method of determination of bovine milk stability, and its relation with physical, chemical, and sanitary characteristics of raw milk. *Braz. J. Anim. Sci.*, 46:340– 347.
- Marques, L. T.; Zanela, M. B.; Ribeiro, M. E. R.; Stumpf, J. R. W.; Fischer, V. 2007. Ocorrência do leite instável ao álcool 76% e não ácido (LINA) e efeito sobre os aspectos físico-químicos do leite. *Rev. Bras. Agroc.* 13:91-97.
- Molina, L. H.; González, R.; Brito, C.; Carrillo, B.; Pinto, M. 2001. Correlacion entre la termoestabilidad y prueba de alcohol de la leche a nivel de un centro de acopio lechero. *Arch. Med. Vet.* 33:233-240.
- Silva, L. C. C.; Beloti, V.; Tamanini, R.; Yamada, A. K.; Giombelli, C. J.; Silva, M. R. 2012. Estabilidade térmica da caseína e estabilidade ao álcool 68, 72, 75 e 78%, em leite bovino. *Rev. Inst. Latic. Cândido Tostes* 67:55-66.
- Stumpf, M. T.; Fischer, V.; McManus, C. M.; Kolling, G. J.; Zanela, M. B.; Santos, C. S.; Abreu, A. S.; Montagner, P. 2013. Severe feed restriction increases permeability of mammary gland cell tight junctions and reduces ethanol stability of milk. *Animal* 7:1137-1142
- Zanela, M. B.; Kolling, G. J.; Ribeiro, M. E. R.; Fischer, V. 2011. Análises de composição e estabilidade do leite ao álcool. Pages 2-5 in CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE LECHE INESTABLE. Universidad de la Republica, Montevideo, UY.
- Zanela, M. B.; Ribeiro, M. E. R. 2018. LINA – Leite Instável Não Ácido. Pages 1-19 in Comunicado Técnico, EMBRAPA, Pelotas, Brasil.
- Zanela, M. B.; Ribeiro, M. E. R.; Fischer, V.; Gomes, J. F.; Stumpf Junior, W. 2009. Ocorrência do leite instável não ácido no noroeste do Rio Grande do Sul. *Arq. Bras. Med. Vet. Zoot.* 61:1009-1013.

Influência do tipo de cama na higiene de vacas Holandesas em sistema Free Stall

J. P. F. Gomes¹, T. A. J. Raimundi¹, G. B. Campos², B. M. Martins¹, H. C. Mantovani³, M. I. Marcondes⁴, J. S. Silva², P. P. Rotta¹.

Introdução

Confinar animais é um método no qual se busca explorar o máximo potencial genético visando obter altas produtividades, entretanto, é imprescindível que as condições ambientais sejam mais próximas das ideais (MARCONDES et al., 2019). O conforto, bem-estar, e saúde de animais alojados em confinamento, como em sistema *Free Stall* exigem cuidados em relação ao ambiente onde esses animais serão confinados. Neste sentido, deve ser dada atenção especial à qualidade da cama utilizada nas baias (CECCHIN et al., 2014).

Uma vaca de alta produção fica deitada de 12 a 14 horas por dia (CECCHIN, 2012), sendo importante que o material a ser utilizado como cama seja confortável o suficiente para garantir um bom descanso. Segundo Mitev et al. (2012), de modo geral, as vacas preferem deitar-se em superfícies macias como serragem ou areia e tais materiais reduzem a incidência e gravidade de lesões nas pernas de animais confinados em *Free Stall*.

Neste sentido, objetivou-se comparar areia e serragem para camas de confinamento modelo *Free Stall*, avaliando parâmetros relacionados à higiene dos animais. Hipotetizamos que a serragem pode substituir a areia como material de camas para vacas, garantindo baixo escore de higiene ou seja, animais mais limpos.

Material e métodos

O experimento foi realizado na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite (UEPE – GL) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), no período de 01 de setembro a 07 de outubro de 2020. O experimento teve duração de 60 dias, sendo 21 dias iniciais para adaptação das vacas às condições ambientais e 7 dias para adaptação à cama. O trabalho foi conduzido em galpão do tipo *Free Stall* com 16 vacas Holandesas em lactação. Cada baía possuía 12 camas individuais, mas 4 camas foram isoladas em cada baía para que a relação cama:vaca ficasse em 1:1. Portanto, foram utilizadas 16 camas individuais divididas igualmente para os dois grupos de 8 animais e cada grupo recebeu um tipo de material para cama (areia ou serragem). O manejo da

1 Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brasil

2 Departamento de Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo - SP, Brasil

3 Departamento de Microbiologia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brasil

4 Department of Animal Sciences, Washington State University, Pullman - WA, United States of America

cama consistia na retirada das placas de fezes 2 vezes por dia seguido de uma leve espalhada do material para arrumar a superfície da cama e reposição do material avaliado uma vez por semana.

O escore de limpeza foi avaliado em 3 pontos do animal (úbere, coxa e pernas) e atribuído notas variando de 1 a 4, sendo elas: limpo (1), ligeiramente sujo (2), sujo (3) ou muito sujo (4). Foram tiradas fotos dos animais nos dias 8, 15, 22 e 29 do experimento e as imagens foram randomizadas, ou seja, avaliadas aleatoriamente para que a análise de escore fosse feita estudando o efeito de lote ou dia sobre os escores. Para auxiliar na classificação das imagens, foi utilizado um escore card (Figura 1) elaborado a partir do estudo de Dohmen et al. (2010). Foram atribuídos pontos para a coxa direita, coxa esquerda, perna direita, perna esquerda e úbere de cada animal e foi feita uma média entre os escores das coxas e das pernas para gerar o escore da coxa e da perna. A análise estatística foi realizada no Software SAS (SAS University Edition) considerando o delineamento inteiramente casualizado em esquema de medidas repetidas no tempo.



Figura 1 - Escore card para avaliação de escore de limpeza.
Fonte: Adaptado de DOHMEN et al., 2010.

Resultados e discussão

Os animais mantidos em cama com areia apresentaram um escore de higiene maior ($P < 0,05$) para a coxa esquerda e da média da coxa esquerda + direita, ou seja, em apenas dois pontos dos sete avaliados os animais estavam mais sujos em relação as vacas em cama de serragem. O escore médio para a coxa esquerda foi de 2,62 para as vacas alojadas na areia e de 2,00 para os animais na serragem. Para a média da coxa direita + esquerda o escore médio foi de 2,56 e de 1,98 para areia e serragem, respectivamente. Dessa forma, as coxas foram classificadas como ligeiramente sujas. Ainda que a areia tenha apresentado um resultado maior escore para as coxas, todos os animais foram considerados limpos. Assim, podemos inferir que ambas os materiais testados garantiram a limpeza e higiene nos animais. Estudos demonstram que a cama de areia é

mais higiênica que a cama de borracha (Andreasen & Forkman, 2012; Cecchin, 2012), mas não necessariamente é mais higiênica que a serragem. No presente estudo os animais mantidos em camas de serragem apresentaram menor escore de limpeza mostrando que a serragem foi mais higiênica que a areia. Cama de serragem pode substituir camas de areia em free stall uma vez que não aumentou o escore de higiene de vacas em lactação.

Referências

Andreasen, S. N.; Forkman, B. 2012. The welfare of dairy cows is improved in relation to cleanliness and integument alterations on the hocks and lameness when sand is used as stall surface. *J. Dairy Sci* 95:4961-4967.

Cecchin, D. 2012. Comportamento de vacas leiteiras confinadas em free-stall com camas de areia e borracha. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Lavras – MG.

Cecchin, D.; Campos, A.T.; Pires, M.F.A.; Lima, R.R.; Yanagi Junior, T.; Souza, M.C.M. 2014. Avaliação de diferentes materiais para recobrimento de camas em baias de galpão modelo free-stall. *Rev. Bras de Engenharia Agrícola e Ambiental* 18:109-115.

Marcondes, M., I. 2019. Manejo de vacas de leite em confinamento. In: Rotta, Polyana Pizzi; Marcondes, Marcos Inácio; Pereira, Bianca de Moraes. *Nutrição e manejo de vacas leiteiras*. Viçosa, MG: Ed. UFV p. (128 – 178).

Dohmen, W.; Neijenhuis, F.; Hogeveen, H. 2010. Relationship between udder health and hygiene on farms with an automatic milking system. *Journal of Dairy Science* 93:4019-4033.

Mitev, J., Varlyakov, I., Miteva, T., Vasilev, N., Gergovska, J., Uzunova, K., Dimova, V. 2012. Preferences of freestall housed dairy cows to different bedding materials. *J. Faculty Vet Medicine* 38.2:135-140.

Cultura microbiológica do leite na fazenda: aspectos financeiros e econômicos

N. F. F. Reis¹, V. R. C. Silva¹, F. C. Ferreira², H. C. D. Neto¹, H. C. M. Sá¹, S. G. Coelho¹

Introdução

A mastite é uma das principais doenças associadas a produção animal que traz prejuízos diversos e leva a questionamentos quanto ao uso indiscriminado de antibióticos. Nesse sentido, realizou-se um estudo com o intuito de avaliar o impacto da utilização da cultura microbiológica do leite de vacas com mastite clínica (MC) na redução do uso de antibióticos e os resultados econômicos e financeiros após a implementação da técnica.

Material e métodos

Foram utilizados dados de uma fazenda localizada no Centro-oeste do Estado de MG, Brasil. O rebanho era composto por animais mestiços criados em sistema semi-intensivo, com produção média diária de 23,1 litros de leite. A ordenha ocorria duas vezes ao dia (5:00h e 16:00h), a secagem era realizada com antibioticoterapia intramamária com Cloxacilina, selante e aplicação de vacina contra *Escherichia coli*. Quinzenalmente era realizada a pesagem do leite e coleta de amostras para contagem individual de células somáticas (CCS).

A identificação da MC era realizada por funcionário treinado, seguida de obtenção de amostra para cultura, marcação, segregação do animal, e anotação do caso. Inicialmente utilizou-se placas simples (crescimento e não crescimento bacteriano), em um segundo momento placas tripartidas (bactérias gram-positivas, gram-negativas e bactérias do gênero *Streptococcus*) e ao final placas cromogênicas (diferenciam mais de 18 espécies de bactérias). Os tratamentos ocorriam ao final da primeira ordenha, seguindo hierarquia de bases até a resolução e respeitando-se a metodologia de aplicação, com higienização prévia dos tetos.

A resolução do quadro de mastite era completa se não houvesse reincidência após 14 dias do desaparecimento de alterações associadas a mastite (Lago et al., 2011). A incidência foi calculada com base no número total de casos clínicos no mês ou no ano, dividido pelo número total de vacas em lactação no período (Ruegg, 2011), sendo o risco de incidência de MC a razão entre os casos clínicos pelo número total de tetos em risco durante a lactação (305 dias).

¹ Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte-MG, Brasil

² Departamento de Saúde e Economia da População da Escola de Medicina Veterinária, Universidade da Califórnia, Davis-CA, Estados Unidos da América

A avaliação financeira comparou o custo para tratamento de todos os animais com MC e o tratamento com base na cultura microbiológica (cenário 1). Outra situação desejava-se verificar a realização da técnica de acordo com o preconizado, ou seja, não tratar vacas com patógenos ambientais (Ruegg, 2011) (cenário 2). Verificou-se a curva de lactação (Wood, 1967), o custo de implementação da tecnologia e custos operacionais (Matsunaga, 1976). Também foi considerado o preço médio pago pelo litro de leite de R\$1,50 de acordo com o CEPEA, o custo estimado de substituição animal, a venda para o abate e a taxa de mortalidade por meio de valores reais do mercado local, avaliados em 18/02/20. Os dados foram processados no Excel.

Resultados e discussão

Nesse experimento, 48,2% das lactações catalogadas tiveram mastite, sendo a média mensal de 4,0%. Esse valor é alto (Bar et al., 2008) e justifica-se pelo sistema de produção utilizado, semi-intensivo, com condições ambientais desfavoráveis na estação chuvosa (Oliveira et al., 2015). Já em relação a gravidade, dos 1917 casos detectados, 76,8% foram grau 1, 20% grau 2 e 3,2% grau 3. A literatura aponta maior incidência de casos grau 2, o que não foi visto em nosso estudo (Oliveira et al., 2013). A vacinação dos animais provavelmente foi a responsável pela redução dos casos de grau 2 (Maia et al., 2013).

Em geral, 27,8% dos casos receberam recomendação de não tratamento, mas apenas 18,6% não foram tratados. Esse percentual é maior que o esperado (Lago et al., 2011), contudo é compreensível visto que há resistência em não tratar o animal.

A cura clínica foi maior que 80% para casos não tratados e tratados, o que é positivo e condizente com a literatura (Wenz, 2001). Em especial com o uso da placa simples, notou-se que o percentual de cura para casos não tratados foi consideravelmente alto o que pode ser explicado pela transição do sistema de pastejo para confinamento nesse período e o n avaliado.

Tabela 1- Percentual de cura para não tratados e casos tratados

	Percentual de Cura		
	Placa Simples	Placa Tripartida	Placa Cromogênica
Casos não tratados	96,9%	81%	84,3%
Casos tratados	86%	83%	86,7%

No cenário 1, a cultura na fazenda representou economia de US \$ 8,26/vaca em lactação/ano ou US \$ 4,28/caso clínico. O descarte de leite diminuiu em US \$ 8,35/vaca/ano ou US \$ 4,23/caso clínico. Também houve redução de 18,4% no uso de antibióticos. Já no cenário 2, houve redução de 5,5% no custo operacional total com economia de US \$ 4,44 /vaca/ano ou US \$ 2,25/caso clínico. O uso de

antibióticos reduziu 11,8%. Logo, essa é uma ferramenta importante para a redução de custos da MC que traz assertividade na decisão de tratamento.

Referências

- Bar, D., L.W. Tauer, G. Bennett, R. N. González, J. A. Hertl, Y. H. Schukken, H. F. Schulte, F. L. Welcome, Y.T. Gröhn. 2008. The cost of generic clinical mastitis in dairy cows as estimated by using dynamic programming. *J. Dairy Sci.* 91: 2205-2214. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0573>.
- Lago, A., S. M. Godden, R. Bey, P. L. Ruegg, K. Leslie. 2011. The selective treatment of clinical mastitis based on on-farm culture results: I. Effects on antibiotic use, milk withholding time, and short-term clinical and bacteriological outcomes. *J. Dairy Sci.* 94: 4441-4456. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-4046>.
- Maia, P. V., L. R. Molina, E. J. Facury Filho, R. L. Gonçalves, L. P. V. Moreira, A. Ú. Carvalho. 2013. Pre-delivery Escherichia coli J5 vaccination and occurrence of mastitis and milk production of crossbred dairy cows. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 65: 1367-1375. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352013000500014>.
- Matsunaga, M. 1976. Production cost methodology used by the IEA. *Agric. S. Paulo.* 23: 123-139.
- Oliveira, C. S. F., H. Hogeveen, A. M. Botelho, P. V. Maia, S. G. Coelho, J. P. A. Haddad. 2015. Cow-specific risk factors for clinical mastitis in Brazilian dairy cattle. *Prev. Vet. Med.* 121: 297-305. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2015.08.001>.
- Oliveira, L. C. Hulland, P. L. Ruegg. 2013. Characterization of clinical mastitis occurring in cows on 50 large dairy herds in Wisconsin. *J. Dairy Sci.* 96: 7538-7549. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6078>.
- Ruegg P. L. 2011. Managing mastitis and producing high quality milk. *J. W. S. N. Jersey.* 18: 207-232. <https://doi.org/10.1002/9780470960554.ch18>.
- Wenz, J. R., G. M. Barrington, F; B; Garry, R. P. Dinsmore, R. J. Callan. 2001. Use of systemic disease signs to assess disease severity in dairy cows with acute coliform mastitis. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 218: 567-572. <https://doi.org/10.2460/javma.2001,218,567>.
- Wood, P. D. P. Algebraic model of the lactation curve in cattle. 1967. *Nature.* 206: 164-165.

Efeito do período do ano e do nível de produção sobre a composição do leite em sistemas semi-intensivos de produção

P. A. Geiler¹, A. C. T. R. Silva², T. E. Silva³ e A. L. Silva²

Introdução

Diante da expansão da atividade leiteira no Brasil, torna-se necessário buscar ganhos efetivos na quantidade e, principalmente, na qualidade do leite que é produzido, a fim de atender de forma satisfatória a esta demanda por produtos de alta qualidade (Vargas et al., 2019). É notório que os parâmetros de qualidade do leite podem ser influenciados por diversos fatores como a sanidade dos animais, variações na alimentação, manejo e o nível de produção da fazenda (Paiva et al., 2012; Paixão et al., 2018). Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência da época do ano e do nível de produção sobre a composição de gordura e proteína do leite.

Material e métodos

O estudo foi conduzido com dados de 470 fazendas produtoras de leite, localizadas na região do Vale do Paraíba – São Paulo - Brasil. Foram utilizados dados referentes à composição do leite no período de setembro de 2016 à agosto de 2019.

Foram realizadas, semanalmente, coletas de leite do tanque de expansão de cada fazenda para análise dos teores de gordura e proteína. As coletas foram feitas de acordo com as orientações do MAPA e as análises de composição foram feitas de forma eletrônica por absorção infravermelha, sendo utilizado o equipamento Bentley 2000 (Bentley, 1995).

Para realização das análises estatísticas, procedeu-se agrupamento das fazendas em função do nível de produção (litros/fazenda/dia) das mesmas. Desta forma, obteve-se 4 grupos, os quais podem ser descritos: 1) <43 litros/dia; 2) entre 43 – 139 litros/dia; 3) entre 139 – 557 litros/dia; e 4) >557 litros/dia. Os dados foram analisados por um modelo misto através da função lmer do R, considerando um nível de significância de 0,05.

Resultados e discussão

Foi observado efeito de interação ($P < 0.001$) entre nível de produção e mês do ano para os teores de gordura e proteína. De um modo geral, as fazendas com

1 Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, Brasil

2 Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brasil

3 Department of Animal and Dairy Sciences, University of Wisconsin-Madison, Madison, USA

menor nível de produção (<43 e 44-139 L/dia) apresentaram maiores teores de gordura e proteína na época das secas e menores na época das águas, quando comparadas a fazendas de maior nível de produção (140-557 e >558 L/dia) (Figura 1).

O teor de gordura apresentou um aumento nos meses mais secos do ano, sendo que para o mês de junho foram observadas as médias de 40,4, 39,3, 38,3 e 38,0 g/kg para os níveis <43, 44-139, 140-557 e >558 L/dia, respectivamente. Nos meses subsequentes foi observada uma queda do teor de gordura em todos os níveis de produção, sendo os menores valores obtidos na época das águas. Para os meses de outubro a dezembro o teor médio observado foi de 35,6, 35,3, 35,8 e 36,3 g/kg para os níveis <43, 44-139, 140-557 e >558 L/dia, respectivamente (Figura 1).

De forma similar, os teores de proteína apresentaram um aumento no período seco, atingindo um pico em maio, onde foram observados os valores de 34,0, 33,0, 32,8 e 32,5 g/kg para os níveis <43, 44-139, 140-557 e >558 L/dia, respectivamente. A partir do mês de junho o teor de proteína decresceu, atingindo seu mínimo entre os meses de setembro e outubro, com valores médios de 31,7, 31,2, 31,4 e 31,1 g/kg para os níveis <43, 44-139, 140-557 e >558 L/dia, respectivamente (Figura 1).

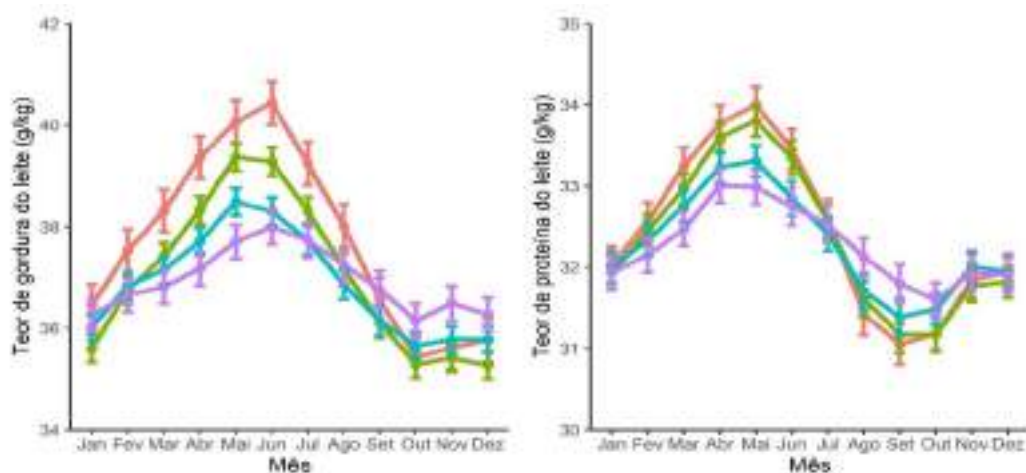


Figura 1 – Variação dos teores de gordura e proteína do leite ao longo do ano de fazendas com produção média diária < 43 L/dia (linha vermelha), entre 44-139 L/dia (linha verde), entre 140-557 L/dia (linha azul) e > 558 L/dia (linha roxa).

A variação na composição do leite ao longo do ano apresentou um comportamento similar para os teores de gordura e proteína, com maiores valores na época da seca, o que está de acordo com os resultados encontrados por Vargas et al. (2019). Tal fato, provavelmente, se deu por ser um período de forte estiagem na região do estudo, o que leva os produtores a fornecerem suplementação com volumoso, e intensificarem a suplementação com concentrado para os animais, o que resulta em modificações na composição do leite (Bargo et al., 2002). Aliado a isso, um efeito de diluição pode ter influenciado a composição de gordura e

proteína no leite, conforme o descrito por Carvalho (2000), que afirma que a baixa produção de leite está correlacionada com um aumento nos teores de proteína e gordura.

Referências

- Bargo, F., L. D. Muller, J. E. Delahoy, and T. W. Cassidy. 2002. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *Journal of dairy science*, 85(7):1777-1792. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74252-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74252-5).
- Bentley 2000 Operator's Manual. Chaska, EUA: Bentley Instruments, 1995. p.77.
- Carvalho, M.P. 2000. Manipulando a composição de leite: gordura. 1º Curso on line sobre qualidade do leite. Instituto Fernando Costa: Milkpoint.
- Paiva, C. A. V., M. M. O. P. Cerqueira, M. R. S. Souza, and A. M. Q. Lana. 2012. Evolução anual da qualidade do leite cru refrigerado processado em uma indústria de Minas Gerais. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 64: 471-479. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352012000200030>.
- Paixão, M. G., M. A. Lopes, R. C. Macedo, G. M. da Costa, L. R. de Abreu, and S. M. Pinto. 2018. Aspectos da mão de obra contratada e qualidade do leite em propriedades leiteiras localizadas no sul de Minas Gerais. *Medicina Veterinária (UFRPE)*. 12(1): 28-36. <https://doi.org/10.26605/medvet-v12n1-2149>.
- Vargas, D. P. D., J. L. Nörnberg, R. B. Scheibler, F. A. Rizzo, L. A. Ritt, and M. P. Milani. 2019. Qualidade físico-química e microbiológica do leite bovino em diferentes sistemas de produção e estações do ano. *Ciência Animal Brasileira*, 20: 1- 11. <https://doi.org/10.1590/1809-6891v20e-46898>.

Efeito do período do ano e do nível de produção sobre qualidade do leite em sistemas semi-intensivos de produção

P. A. Geiler¹, A. C. T. R. Silva², T. E. Silva³ e A. L. Silva²

Introdução

A qualidade do leite é dependente de uma série de parâmetros (Do Prado et al., 2016), dentre eles pode-se destacar a Contagem de Células Somáticas (CCS) e Contagem Padrão de Placas (CPP). Em períodos de maior precipitação e temperaturas elevadas há uma queda na qualidade sanitária, formando um ambiente favorável para proliferação de patógenos, dificultando o manejo e a higiene dos tetos, o que reflete negativamente na CPP e CCS do leite (Neves et al., 2019). Outro fator que pode afetar a qualidade do leite é o nível de produção da fazenda (Paixão et al., 2018). Geralmente, quanto maior o nível de produção da fazenda, esta tende a ser mais tecnificada e, conseqüentemente, produzir um leite de melhor qualidade (Milani et al., 2016). Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência da época do ano e do nível de produção sobre a CCS e CPP, utilizando amostras provenientes do tanque de expansão de fazendas produtoras de leite.

Material e métodos

O estudo foi conduzido com dados de 470 fazendas produtoras de leite, localizadas na região do Vale do Paraíba – São Paulo - Brasil. Foram utilizados dados referentes à composição do leite no período de setembro de 2016 à agosto de 2019.

Foram realizadas, semanalmente, coletas de leite do tanque de expansão de cada fazenda para análise de CCS e CPP. As amostras foram agitadas para homogeneização e transferida para dois frascos de 60 mL, um contendo Bronopol®, para análise de CCS, e o outro contendo Azidiol®, para análise de CPP.

Para realização das análises estatísticas, procedeu-se agrupamento das fazendas em função de seus níveis de produção. Desta forma, obteve-se 4 grupos: 1) <43 litros/dia; 2) entre 43 – 139 litros/dia; 3) entre 139 – 557 litros/dia; e 4) >557 litros/dia. Para as variáveis CCS e CPP foi observada tendência de distribuição assimétrica, portanto, estas variáveis foram analisadas com a utilização de modelos mistos generalizados, considerando uma distribuição gamma e um nível de significância de 0,05.

1 Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, Brasil

2 Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brasil

3 Department of Animal and Dairy Sciences, University of Wisconsin-Madison, Madison, USA

Resultados e discussão

De uma forma geral, os níveis de produção 140-557 e >558 L/dia apresentaram maiores valores médios de CCS do que os níveis <43 e 44-139 L/dia. Os valores de CCS, apresentaram-se menores no período da seca, mais precisamente de julho a outubro. No entanto, essa queda foi mais acentuada nos níveis mais altos de produção, uma vez que fazendas dos níveis <43 e 44-139 L/dia apresentaram valores de CCS mais constantes ao longo do ano. Já no período de maior pluviosidade, houve um aumento nos valores de CCS, com médias, em fevereiro, de 738×10^3 , 690×10^3 , 840×10^3 e 852×10^3 cel/mL para os níveis <43, 44-139, 140-557 e >558 L/dia, respectivamente.

Para a CPP, além de não ter sido observado efeito de interação entre nível de produção e mês do ano ($P = 0,318$), o teste de médias não indicou variação significativa entre os meses do ano ($P > 0,05$). Porém, foi encontrada diferença significativa ($P < 0,001$) entre os 4 níveis de produção, sendo observados os valores de 799×10^3 , 576×10^3 , 308×10^3 e 179×10^3 CFU/mL para os níveis < 43, 44-139, 140-557 e > 558 L/dia, respectivamente.

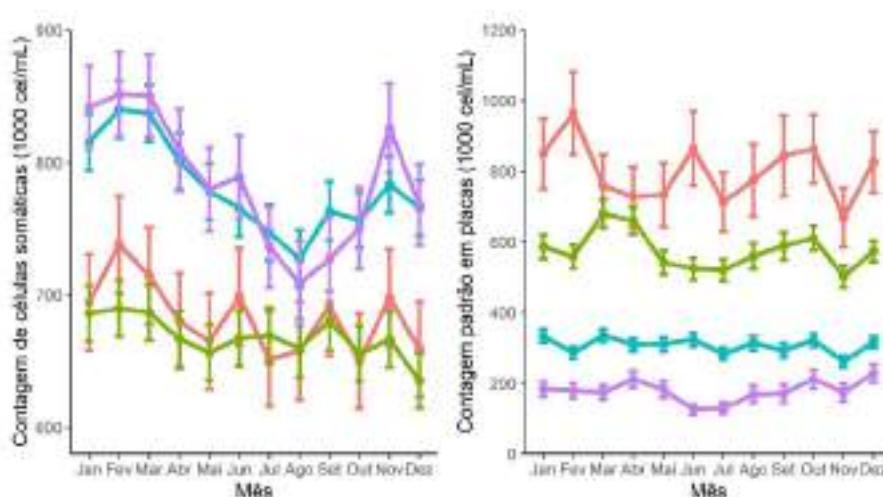


Figura 1 - Variação dos teores de CCS e CPP do leite ao longo do ano de fazendas com produção média diária < 43 L/dia (linha vermelha), entre 44-139 L/dia (linha verde), entre 140-557 L/dia (linha azul) e > 558 L/dia (linha roxa).

Para CCS, o resultado pode estar relacionado à maior dificuldade de se controlar este fator em rebanhos maiores, devido a maior dificuldade de manejo, manutenção da higiene do ambiente, controle de patógenos causadores de mastite e conforto ambiental (Cunha et al., 2016). A queda nos valores de CCS na época seca do ano, principalmente para as fazendas de maiores níveis de produção, foi similar ao reportado por Neves et al. (2019).

Com relação a CPP o resultado pode estar ligado ao nível de tecnificação das fazendas, pois à medida que se aumentou o volume de produção, maior foi o nível de tecnificação apresentado pelas fazendas, similar ao observado por Vargas et al. (2019).

Referências

Cunha, A. F., L. J. Bragança, L. C. Quintão, K. S. Coelho, F. N. De Souza, and M. M. O. P. Cerqueira. 2016. Prevalence, etiology and risk factors of clinical mastitis in dairy cattle of Viçosa-MG. *Acta Veterinaria Brasilica*. 10(1): 48-54. <https://doi.org/10.21708/avb.2016.10.1.5476>.

Do Prado, R. M., M. F. Palin, I. N. Do Prado, G. T. Dos Santos, C. Benchaar, and H. V. Petit. 2016. Milk yield, milk composition, and hepatic lipid metabolism in transition dairy cows fed flaxseed or linola. *Journal of Dairy Science*, 99(11): 8831-8846. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11003>.

Milani, M. P., D. P. de Vargas, R. de Oliveira Mello, M. D. F. B. L. Nörnberg, and J. L. Nörnberg. 2016. Qualidade do leite em diferentes sistemas de produção, ano e estação climática. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 23: 3-4. <http://doi.editoracubo.com.br/10.4322/rbcv.2016.058>.

Neves, R. B. S., A. J. de Mesquita, M. V. dos Santos, E. S. Nicolau, C. P. Bueno, and K. O. Coelho. 2019. Avaliação Sazonal e Temporal da Qualidade do Leite Cru Goiano tendo como parâmetros a CCS e a CBT. *Archives of Veterinary Science*, 24(1): 10-13. <http://dx.doi.org/10.5380/avs.v24i1.59996>.

Paixão, M. G., M. A. Lopes, R. C. Macedo, G. M. da Costa, L. R. de Abreu, and S. M. Pinto. 2018. Aspectos da mão de obra contratada e qualidade do leite em propriedades leiteiras localizadas no sul de Minas Gerais. *Medicina Veterinária (UFRPE)*. 12(1): 28-36. <https://doi.org/10.26605/medvet-v12n1-2149>.

Vargas, D. P. D., J. L. Nörnberg, R. B. Scheibler, F. A. Rizzo, L. A. Ritt, and M. P. Milani. 2019. Qualidade físico-química e microbiológica do leite bovino em diferentes sistemas de produção e estações do ano. *Ciência Animal Brasileira*, 20: 1- 11. <https://doi.org/10.1590/1809-6891v20e-46898>.

Caracterização do manejo de ordenha de propriedades leiteiras da região da Grande Fortaleza e Sertão Cearense

M. L. S. de Albuquerque¹, V. F. C. Araujo¹, M. T. Lima¹, A. S. Severo¹, L. L. Martins¹, T. Y. S. Oliveira¹, P. G. Pimentel¹, G. A. Martins¹, L. D. S. Mariz¹

Introdução

O expressivo crescimento na produção de leite na região do Ceará relatado nos últimos anos (Zoccal, 2020) tem sido acompanhada pelos maiores desafios em obter um produto de qualidade conjuntamente a um melhor preço pago de leite ao produtor. É reconhecido que os procedimentos de higiene da ordenha representam importantes medidas de biosseguridade interna, porém nem sempre estes são adequadamente adotados resultando em menor eficiência do sistema como um todo (Daneluz et al., 2020). O conhecimento da realidade das propriedades é importante para se alcançar uma maior difusão tecnológica e adequação de procedimentos que sejam acessíveis aos produtores da região. Desta forma, este estudo foi realizado para analisar os procedimentos de manejo de ordenha adotados em propriedades leiteiras da região da Grande Fortaleza e Sertão Cearense, proporcionando informações para a adoção de iniciativas que contribuirão com o desenvolvimento rural da região.

Material e métodos

Foi realizado um levantamento para caracterização de produtores de leite na região da Grande Fortaleza e Sertão Cearense, Ceará, Brasil. Para a coleta dos dados foi desenvolvido um questionário virtual pelo “Google forms”. No formulário foi apresentado os objetivos da pesquisa e questões relacionadas ao manejo da ordenha adotado, que incluíram o tipo de ordenha (manual ou mecânica), ordenha com ou sem bezerro ao pé, realização de teste para identificação da mastite clínica (caneca de fundo preto), teste para identificação da mastite subclínica (CCS (Contagem de células somáticas) ou CMT (California Mastitis Test)), realização de procedimentos de desinfecção pré e pós ordenha (*pré ou pós dipping*), armazenamento do leite em tanque de expansão (individual ou coletivo) e a forma de comercialização do leite. As respostas foram coletadas no período de fevereiro a agosto de 2021. Os dados obtidos nas entrevistas foram tabulados para a realização das análises descritivas.

¹ Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil

Resultados e Discussão

No levantamento, 37 produtores de leite responderam as questões referentes ao manejo de ordenha. Os resultados demonstraram que em mais da metade das propriedades foi adotado o sistema de ordenha com bezerro ao pé, sendo a ordenha mecânica adotada por 51,4% dos produtores rurais (Tabela 1). Em relação ao manejo sanitário, observou-se que o teste de caneca do fundo preto é realizado em 70,3% das propriedades. Porém, os testes de detecção de mastite subclínica (CMT ou CCS) não foi adotado por grande parte dos proprietários (64,9%). É importante destacar a importância da realização do diagnóstico da mastite como rotina da propriedade leiteira, visto que medidas de biossegurança são fundamentais para redução da transmissão de patógenos entre os animais do rebanho (Guimarães & Souza, 2021). Um total de 75,7% dos entrevistados afirmou que os procedimentos de desinfecção *pré* e *pós-dipping* foram adotados para a ordenha. O leite é armazenado principalmente em tanque de expansão comunitário (51,4%), porém 27% dos produtores não utiliza tanque de expansão nas propriedades. Sabe-se que a adoção de cuidados no armazenamento do leite é um importante fator que influencia na qualidade final do produto (Daneluz et al., 2020). Além disto, foi afirmado que grande parte dos produtores comercializam o leite para laticínios (48,6%) ou para terceiros (43,2%), e uma menor percentagem (8,1%) para as associações. A comercialização informal do produto pode indicar uma falta de incentivo aos produtores da região e os desafios vivenciados pela competitividade do setor. Conclui-se que a grande parte das propriedades entrevistadas não adotam procedimento de identificação de mastite subclínica, podendo refletir em prejuízos nos custos de produção e qualidade do leite nesta região. Além disto, é necessário o desenvolvimento de estratégias de incentivo de pagamento de leite por qualidade e adequada comercialização do leite na região.

Tabela 1. Caracterização das práticas de ordenha analisadas em 37 propriedades leiteiras da região da Grande Fortaleza e Sertão Cearense nos meses de fevereiro a agosto de 2021

Questão	Averiguação	Quantidade	
		Total	%
Ordenha	Sem bezerro ao pé	18	48,6
	Com bezerro ao pé	19	51,4
Tipo de Ordenha	Manual	18	48,6
	Mecânica	19	51,4
Teste de mastite clínica	Sim	26	70,3
	Não	11	29,7
Teste de mastite subclínica (CCS ou CMT)*	Sim	13	35,1
	Não	24	64,9
<i>Pré</i> e <i>pós dipping</i>	Sim	28	75,7
	Não	9	24,3

Questão	Averiguação	Quantidade	
		Total	%
Tanque de expansão para armazenamento do leite	Individual	8	21,6
	Comunitário	19	51,4
	Não utiliza	10	27
Comercialização do leite	Laticínios	18	48,6
	Associação	3	8,1
	Terceiros	16	43,2

*CCS (Contagem de células somáticas) ou CMT (California Mastitis Test)

Agradecimentos

Os autores agradecem a Pró-reitoria de Extensão (Prex) da Universidade Federal do Ceará e a contribuição dos produtores rurais da região da Grande Fortaleza e Sertão Cearense pela participação na pesquisa.

Referências

Daneluz, M. O., Canever, M. D., Lima, H. G. D., Bermudes, R. F., & Ribeiro, F. G. 2020. Effectiveness of milking management practices for SCC and TBC levels in milk. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 49.

Guimarães, A. S., G. N. Souza. 2021. Vacas saudáveis: o que assegura tal condição? In: *Anuário de Leite Embrapa*. 38-40.

Zoccal, R. 2020. Estados e regiões: destaque e produção. In: *Anuário de Leite Embrapa*. 38-39.

Frequency and protein diversity among isolates of *Staphylococcus aureus* in bovine subclinical mastitis cases, in the State of Minas Gerais, Brazil

F. S. Coutinho¹, M. M.C. Granja¹, A. G. S. Daniel¹, G. P. Paes¹, W. V. Guimarães¹, D. L. Santos¹, L. F. Santos¹ and J. L. Santos¹.

Introduction

Brazil has the second-largest dairy cattle herd in the world, being the fourth-largest producer (USDA, 2021). Overall, the cornerstones of a successful dairy farm activity are related to well-established nutritional, genetic and sanitary managements. As regard the latter, bovine mastitis is still the leading cause of economic losses for dairy farmers (Duarte et al., 2020). The main causes of intramammary infections include the bacteria of the genus *Staphylococcus*, such as *Staphylococcus* spp. and *Staphylococcus aureus*, that are predominant etiologic agents in subclinical mastitis (Bandeira et al., 2013). In addition to economic losses, these bacterial species represent potential risk to public health, since they have the capacity to produce thermostable enterotoxins. The objective of this work was to investigate the frequency of *S. aureus* in subclinical mastitis in cattle herds in the Southeastern region of the country and to assess the protein diversity among the isolates.

Material and methods

Milk samples were collected from 148 dairy cows previously diagnosed with subclinical mastitis in 21 dairy farms in Minas Gerais State, Brazil. Milk samples were collected aseptically according to the recommendations of the National Mastitis Council (Oliver et al. 2004) and transported at 4.5°C to laboratory for further analysis. Approximately 10µL of milk were inoculated onto blood agar plate with a calibrated platinum loop. The plates were aerobically incubated at 37°C for 24 hours. After the incubation period, bacterial colonies identified as *S. aureus* were analyzed by matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry (MALDI-TOF MS) (Bruker MicroFlex equipment) and the protein diversity was clustered by Biotyper software (Barreiro et al., 2010). MALDI-TOF MS coupled to the Biotyper version 3.0 was used to analyze 148 *S. aureus* isolates from milk samples of cows with subclinical mastitis. The isolates were identified by MALDI-TOF MS with score values higher than 2.0 and they were located mostly in the Forest Zone of Minas Gerais.

¹ Empresa MicroVet - Microbiologia Veterinária Especial, Viçosa- MG, Brasil

Results and discussion

The results revealed that serotype 5 is one of the most frequent in the analyzed properties. The diversity of proteins allowed the identification of two groups of *S. aureus* isolates of the same serotype (Figure 1). These clusters include isolates from 21 different farms (represented by P1-P21), indicating dissemination of this serotype in the studied region. We observed that the isolates from the P1, P2, P3 and P4 property presented a protein diversity when compared to the isolates from the other properties. This diversity within the same serotype reveals the importance of autogenous vaccines for the decline in the prevalence of *S. aureus* and mastitis disease.

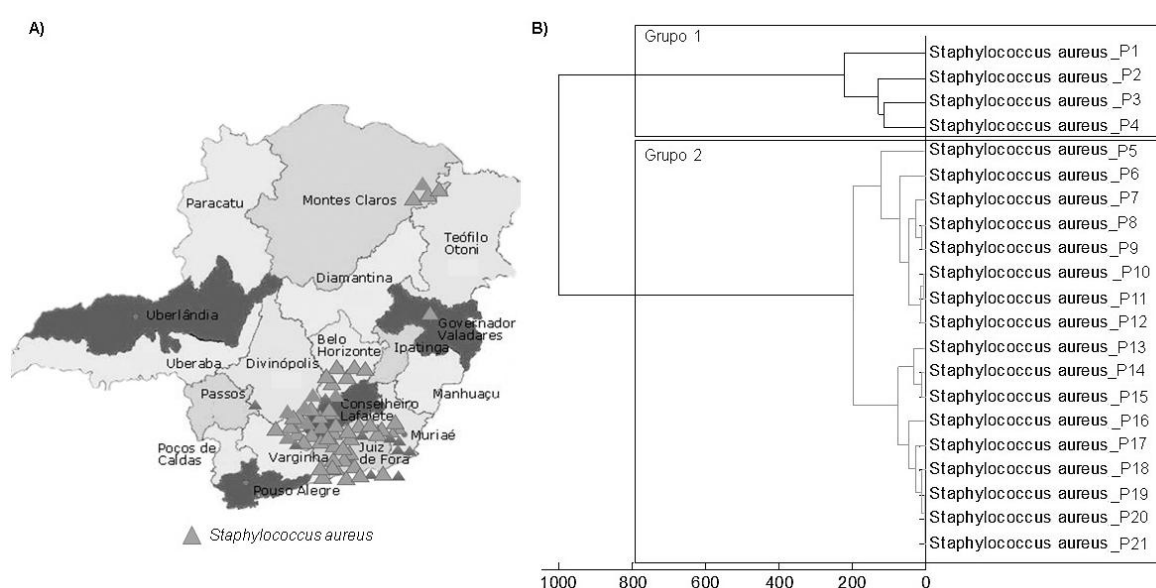


Figure 1 - Frequency and protein diversity of *Staphylococcus aureus* in the Minas Gerais Brazil. 1.A. Frequency of *Staphylococcus aureus* serotype 5 in the State of Minas Gerais. 1.B. Dendrogram of the MALDI-TOF MS profiles generated using MALDI Biotyper 3.0 with 21 clinical isolates of *S. aureus*. Distance measurement was defined as correlation and linkage was defined as average.

We can conclude that the determination of the serotype involved in field outbreaks must be established in laboratories to allow the follow-up of adequate control/vaccination programs. Protein differences between isolates from the same herd or serotype are observed in the field and are highly relevant to the outcome of immunoprophylaxis using autogenous *S. aureus* bacterins.

References

Bandeira, F. S. Picoli, J. L. Zani, W.P. da Silva, W.P, Fischer, G. Frequency of *Staphylococcus aureus* from bovine subclinical mastitis cases, in Southern Rio Grande Do Sul, Brazil. Arq. Inst. Biol., São Paulo, 80:1-6, 2013. <https://www.scielo.br/j/aib/a/nnhgm37MBPCpCvLh9XZfJHw/?format=pdf&lang=pt>

Barreiro, J. R. Ferreira, C. R. Sanvido, G. B. Kostrzewa, M. Maier, T. Wegemann, B. Böttcher, V. Eberlin, M. N and Santos, M. V. 2010. Short communication: identification of subclinical cow mastitis pathogens in milk by matrix-assisted

laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry. J. Dairy Sci. 93:5661-5667.
<https://doi.org/10.3168/jds.2010-3614>.

Duarte, V. S. Treu, L. Sartori, C. Dias, R. S. Paes, I. S. Vieira, M. S. Santana, G. R. Marcondes, M. I. Giacomini, A. Corich, V. Campanaro, S. Silva, C. C. and Paula, S. O. 2020. Milk microbial composition of Brazilian dairy cows entering the dry period and genomic comparison between *Staphylococcus aureus* strains susceptible to the bacteriophage vB_SauM-UFV_DC4. Scientific Reports. 10:5520.
<https://doi.org/10.1038/s41598-020-62499-6>.

Oliver, S. P. O. González, R. N. Hogan, J. S. Jayarao, B. M. and Owens, W. E. 2004. Microbiological procedures for the diagnosis of bovine under infection and determination of milk quality. National Mastitis Council Inc., Verona, WI, USA. 47.

United States Departmente of Agricultre (USDA). The Brazilian Bovine Genetics Market and US Exports. Report Number: BR2021-0010. 20201.

Custos de implantação de bezerreiro tropical do tipo Argentino na criação de bezerras leiteiras no Estado do Acre

C. L. Souza¹, D. A. Costa², and E. M. B. Reis³

Introdução

A criação de fêmeas bovinas deve ser considerada como uma das principais atividades da fazenda produtora de leite, uma vez que a melhoria genética do rebanho depende da substituição de vacas velhas por animais jovens e com potencial produtivo mais elevado (Santos & Lopes, 2014). Muitos são os tipos de abrigos individuais utilizados no Brasil, são eles: abrigo individual com piso de concreto, abrigo com cobertura de sombrite (Argentino) e o abrigo tipo “casinha”. No bezerreiro tipo Argentino, os animais ficam presos por coleira ou corrente, isso facilita na movimentação das bezerras, que é muito importante para que o animal expresse o comportamento natural, melhore o desenvolvimento cognitivo e motor (Bezerreiro, 2018). Os dados obtidos da apuração dos custos de produção têm sido utilizados para diferentes finalidades, tais como: estudo da rentabilidade da atividade leiteira, redução dos custos controláveis, planejamento e controle das operações da propriedade, identificação e determinação da rentabilidade do produto, identificação do ponto de equilíbrio e instrumento de apoio ao produtor no processo de tomada de decisões, seguras e corretas (Lopes & Carvalho, 2000). Lopes et al. (2007) citaram ainda diversas outras utilidades dos dados de custo de produção, tais como: cálculo dos valores econômicos para características de gado de leite e quantificar ineficiências econômicas. Diante desse cenário, objetivou-se apresentar os custos de produção para a implantação de bezerreiro tropical do tipo Argentino e identificar os componentes que exercem maior influência sobre os custos finais da atividade.

Material e método

Os dados utilizados foram coletados durante os meses de abril a maio de 2021, totalizando os 60 dias no período de cria, foi utilizando materiais referenciais como: artigos científicos, livros, revistas, cartilhas, sites acadêmicos e referências voltadas para o assunto pesquisado. As informações referente aos valores, foram baseados nos preços do Estado do Acre, localizado na Amazônia Ocidental, Brasil, que são mais elevados na questão logística. Os animais predominantes de aptidão leiteira no Estado do Acre não possuem padrão genético racial definido.

¹ Docente do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Acre-IFAC, Campus-Tarauacá, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Sanidade e Produção Animal Sustentável na Amazônia Ocidental/UFAC

² Docente do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Acre-IFAC, Campus-Sena Madureira-AC.

³ Docente no Programa de Pós-Graduação em Sanidade e Produção Animal Sustentável na Amazônia Ocidental/UFAC

Para a estimativa do custo de produção, adotou-se a metodologia do custo operacional, proposta por Matsunaga et al. (1976), composta pela soma do custo operacional efetivo, mão de obra e depreciações. Além desses custos, a planilha também contemplou o custo total de produção, o qual compreende a soma dos custos fixos (remuneração do capital investido, mão de obra familiar, impostos fixos e depreciação). Os itens que compõem o custo operacional efetivo da cria foram divididos em grupos: alimentação, mão-de-obra, reprodução, impostos e sanidade para a realização de análise econômica (Reis et al., 2018). Os dados foram comparados por meio de análises estatísticas descritivas e agrupados em tabelas objetivando-se melhor comparação, discussão e apresentação dos resultados. Foi levantado o inventário completo dos bens utilizados nessa fase, apurando valor e vida útil de cada ativo, sendo, posteriormente, alocado em benfeitoria. Para o cálculo com a depreciação utilizou-se o método linear (Hoffmann et al., 1981), onde $\text{depreciação} = (\text{valor inicial} - \text{valor final})/\text{vida útil}$.

Resultados e discussão

O sistema de produção avaliado para cria de bezerras leiteiras, apresentou rentabilidade positiva (Tabela 1). Considerou-se que cada animal seria vendido por R\$ 2.000,00, valor de mercado adotado na região para animais de padrão semelhante. Tal valor está acima do custo operacional total e do custo total, de acordo com Lopes et al. (2010).

Tabela 1. Análise de rentabilidade de uma fêmea bovina leiteira na fase de cria, criada em bezerreiro tropical do tipo Argentino no período de abril a maio de 2021.

Especificação	R\$
Receita	2.000,00
Custo operacional total (COT)	1.223,75
Custo operacional efetivo	1086,95
Depreciação	136,80
Custo total (CT)	1.263,18
Custo fixo (CF)	315,14
Remuneração do capital investido	10,94
Depreciação	136,80
Custo variável (CV)	948,04
Custo operacional efetivo (s/impostos)	919,55
Remuneração do capital de giro	28,49
Margem bruta	1.050,45
Margem líquida	776,25
Resultado	736,82

Considerando que os indicadores de rentabilidade, depreciação margem bruta e líquida e o resultado foram positivos, nesse estudo evidenciou-se que criar fêmeas bovinas em bezerreiro tropical do tipo Argentino é vantajoso (Tabela 1). Uma das utilidades de se calcular o custo de produção de bezerras é compará-lo com o preço de mercado, tipo de bezerreiro, compra ou terceirização da criação desses animais, cada uma das decisões têm suas vantagens e limitações que podem interferir, diretamente na rentabilidade da fase de cria, Lopes et al. (2010).

Agradecimentos

Ao apoio do IFAC, PPGESPA/UFAC, aos grupos de pesquisas GPEAS, NUPEGEN .

Referências

- Bezerreiro tropical: conheça os cuidados de manejo para garantir suas vantagens. 2021. MilkPoint, 2021. Disponível em: Bezerreiro tropical: conheça os cuidados de manejo para garantir suas vantagens (milkpoint.com.br). Acesso em: 09, agosto de 2021.
- Hoffman, P.C.; Funk, D.A. 1981. Applied dynamics of dairy replacement growth and management. *Journal Dairy Science*, 9: 2504-2616.
- Lopes, M.A., Cardoso, M.G., Carvalho, F.M., Lima, A.L.R., Dias, A.S., Carmo, E.A. 2007. Efeito do tipo de sistema de criação nos resultados econômicos de sistemas de produção de leite na região de Lavras (MG) nos anos 2004 e 2005. *Ciência Animal Brasileira*, 8: 359- 371.
- Lopes, M.A., Carvalho, F.M. 2000. Custo de produção do leite. Lavras: UFLA (Boletim Agropecuário, 32).42p.
- Lopes, M.A., Franco Neto, A., Santos, G., Demeu, F.A., Lopes, L.M.F., Rezende, S.M. 2010 Custos de produção de fêmeas bovinas da raça holandesa nas fases de cria e recria em um sistema de produção de leite no sul de Minas Gerais. *Boletim de Indústria Animal*, 67:9-15.
- Matsunaga, M., Bemelmans, P.F.; Toledo, P.E.N., Dullely, R.D., Okawa, H., Pedroso, I.A. 1976. Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA. *Boletim do Instituto de Economia Agrícola*, 23: 123-139.
- Reis, E.M.B, Lopes, M.A., Santos, G., Guimarães, A.M. 2007. Custo de produção de fêmeas bovinas leiteiras durante as fases de cria e de recria: um estudo de caso. *Medicina Veterinária (UFPE)*, 12: 37-45. <https://doi.org/10.26605/medvet-v12n1-2157>
- Santos, G., Lopes, M.A. 2014. Indicadores econômicos de sistemas de produção de leite em confinamento total com alto volume de produção diária. *Ciência Animal Brasileira*, 15:239-248.

Evaluation of production costs in dairy farms from different regions in the Minas Gerais state and quartiles stratified by return on assets

P. V. F. Correa¹, J. S. Pinheiro², E. F. Santos², M. I. Marcondes³

Introduction

Understanding the behavior of production costs is strongly encouraged within a benchmark dairy production system, focusing mainly on more outstanding financial outcomes. In addition, the economic development of farms must be driven by periodic, systematic, and rational cost assessment to make decisions that generate greater profit (Gosnell et al., 2019). Thus, we aimed to evaluate and compare the total operating cost (**TOC**) and accrual operating cost (**AOC**) based on dairy farm return on assets (**ROA**) of three regions of Minas Gerais state (South, Center, and Triangle).

Material and Methods

This retrospective study collected data from 128 dairy farms participating in the Educampo® / Sebrae-MG project. First, the economic data were adjusted for inflation to March 2020, according to the General Price Index of the Brazilian Institute of Economics of the Getúlio Vargas Foundation- Brazil (**IGPI-DI**), in national currency (real-**R\$**). Then, the values were converted to US dollars (**\$**) using a conversion rate of R\$ 5.20/\$, provided by the same institute for the same date (March 2020). Then, farms were grouped into Center, South, and Triangle regions. Secondly, farms were subdivided into three groups within each region according to their ROA. The 25% of the farms that presented the lowest ROA were classified as the first quartile (**1Q**), 50% of farms were classified as interquartile (**IQ**), and 25% of the farms with the greatest ROA were classified as fourth quartile (**4Q**). Data were analyzed as a randomized block design in a split-plot scheme, where the production systems were blocks, the regions were the main plots, and the groups were the split plots using the MIXED procedure of SAS 9.4. Differences were declared when $P \leq 0.10$.

Results and Discussion

TOC and AOC were affected by region and quartiles ($P < 0.01$; Figure 1). South and 1Q farms had greater TOC and AOC than other regions and quartiles. We believe that one of the reasons for the higher costs in South and 1Q is due to

1 Department of Veterinary Medicine, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brazil

2 Department of Animal Sciences, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brazil

3 Department of Animal Sciences, Washington State University, Pullman-WA, USA

the use of less equipment to perform farm management. Thus, a large amount of labor is needed to carry out the daily management, increasing the TOC and AOC. Additionally, we also noted that these farms have older and poorly designed facilities, reducing work efficiency, further contributing to the increase in TOC and AOC. Lastly, the Triangle and 4Q farms had the lowest feed costs, resulting in a lower TOC and AOC. These farms are located close to large feed companies; thus, they likely purchase ingredients with lower costs when compared with other Regions. Furthermore, we speculate that these farms may purchase and store larger amounts of ingredients, making them less vulnerable to market price fluctuations. All these factors resulted in a lower TOC and AOC for Triangle and 4Q. In conclusion, the Triangle and Fourth quartile farms presented the lowest TOC and AOC, and this should indicate the better profitability and longer time in the dairy production chain for these farms.

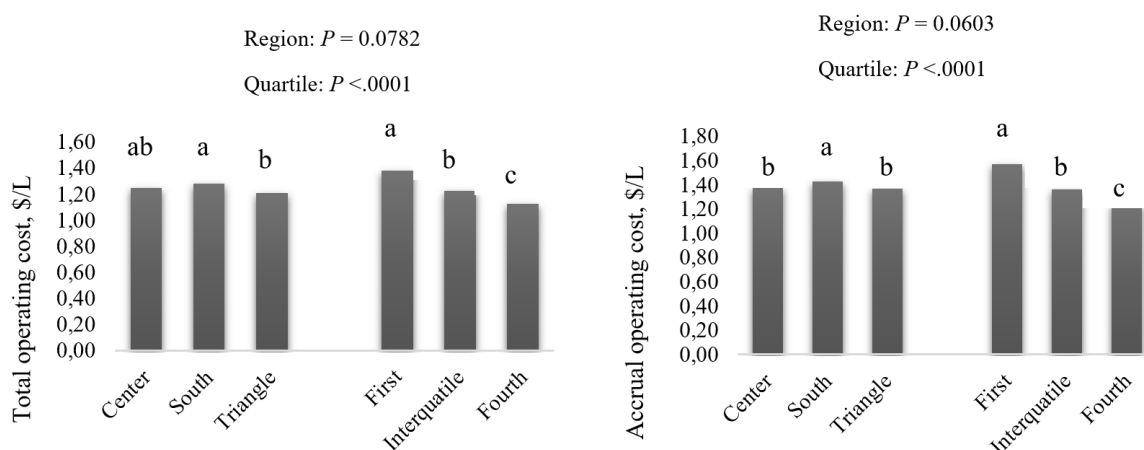


Figure 1. Total operating cost and accrual operating cost for dairy farms in different regions and quartiles. All interactions had $P > 0.10$.

References

- Alem, H., G. Lien, J.B. Hardaker, and A. Guttormsen. 2019. Regional differences in technical efficiency and technological gap of Norwegian dairy farms: a stochastic meta-frontier model. *Appl. Econ.* 51:409–421. doi:10.1080/00036846.2018.1502867
- Gosnell, H., N. Gill, and M. Voyer. 2019. Transformational adaptation on the farm: Processes of change and persistence in transitions to “climate-smart” regenerative agriculture. *Glob. Environ. Chang.* 59:101965. doi:10.1016/j.gloenvcha.2019.101965.

Perfil dos produtores de leite da região da Grande Fortaleza e Sertão Cearense

V. F. C. Araújo⁴, M. T. Lima¹, M. L. S. de Albuquerque¹, L. L. Martins¹, T. Y. S. Oliveira¹, A. S. Severo¹, P. G. Pimentel¹, G. A. Martins¹, L. D. S. Mariz¹

Introdução

Nos últimos anos a produção de leite no Nordeste apresentou um crescimento de 10,3%, com expressiva contribuição do estado do Ceará (Zoccal, 2020). Apesar da grande relevância socioeconômica na região, é notória a necessidade de análise e implantação de futuras mudanças no perfil dos produtores de leite, visto que maiores desenvolvimentos tecnológicos e econômicos podem ser alcançados com esta atividade. Assim, a caracterização do perfil dos produtores de leite nestas regiões é uma temática de extrema importância pois representa o ponto inicial para a criação e divulgação de estratégias que visam contornar as principais limitações neste setor, que ainda se caracteriza por grande heterogeneidade. Desta forma, este estudo foi realizado para analisar o perfil dos produtores de leite da região da Grande Fortaleza e Sertão Cearense, proporcionando informações para a adoção de estratégias que auxiliem no desenvolvimento da pecuária da região.

Material e Métodos

Foi realizado um levantamento para caracterização de produtores de leite na região da Grande Fortaleza e Sertão Cearense, Ceará, Brasil. Para a coleta dos dados foi desenvolvido um questionário virtual pelo “Google forms”. No formulário foi apresentado os objetivos da pesquisa e algumas questões relacionadas a idade, ao grau de escolarização, experiência na atividade, tipo de mão de obra, participação em organizações, adoção de assistência técnica e características do rebanho. Os dados foram coletados no período de fevereiro à agosto de 2021 com objetivo de obter um maior número de respostas. Os dados obtidos nas entrevistas foram tabulados para a realização das análises descritivas.

Resultados e Discussão

No levantamento foram obtidas respostas de 37 produtores da região em estudo, sendo que 97,3% deste total eram do sexo masculino. Foi avaliada a idade dos produtores distribuídos entre: menores de 30; entre 31 a 45; 46 a 60 e acima de 60 anos. A maioria dos produtores (37,8%) apresentaram idade entre 31 e 45 anos e 29,7% idade inferior à 30 anos. Pela definição do perfil etário dos produtores percebe-se uma tendência na introdução de jovens na atividade agropecuária, contribuindo para a continuidade da agricultura familiar da região. Em relação ao grau de escolarização dos produtores foi demonstrado que 45,9% e 43,2% apresentaram ensino médio e superior, respectivamente. Este

⁴ Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil

é importante parâmetro a ser analisado visto que o acesso à educação facilita a aplicação de tecnologias nas propriedades e consequente desenvolvimento rural (Cunha & Oliveira, 2017). Do total, 81,1% dos produtores afirmaram que a atividade leiteira representava o principal foco nas propriedades. Além disso, 59,5% dos produtores reportaram experiência na atividade entre 1 a 15 anos e a minoria (10,8%) com mais de 30 anos. A maioria dos produtores (54,1%) não demonstraram participação em qualquer tipo de organização, porém 24,3%; 8,1% e 2,7% dos entrevistados participam exclusivamente de associação, cooperativa e sindicato, respectivamente. Nas propriedades a grande parte da mão de obra é familiar e contratada, sendo adotado principalmente um número de até dois funcionários (62,2% do total de entrevistados) que atuam na atividade. Porém 64,9% dos produtores afirmaram que não recebem assistência de profissionais especializados. De acordo com os produtores o principal desafio da atividade está atribuído principalmente ao baixo preço pago pelo leite, alto custo de produção e pouco incentivo na atividade leiteira da região. Conclui-se que uma das grandes limitações na região se refere à falta de assistência técnica nas propriedades, sendo necessário a elaboração de pesquisas e adequação de políticas públicas que atendam estes produtores rurais.

Tabela 1. Análise do perfil de 37 produtores de bovinos leiteiros da região da Grande Fortaleza e Sertão Cearense realizada nos meses de fevereiro a agosto de 2021

Questão	Averiguação	Quantidade	
		Total	%
Sexo	Feminino	1	2,7
	Masculino	36	97,3
Idade	Menos de 30 anos	11	29,7
	31 a 45 anos	14	37,8
	46 a 60 anos	7	18,9
	Acima de 60 anos	5	13,5
Grau de escolarização	Não alfabetizado	1	2,7
	Fundamental incompleto	1	2,7
	Fundamental completo	2	5,4
	Ensino Médio	17	45,9
	Ensino Superior	16	43,2
Atividade leiteira é o principal foco	Sim	30	81,1
	Não	7	18,9
Tempo de experiência na atividade leiteira	1 até 15 anos	22	59,5
	16 a 30 anos	11	29,7
	Mais de 30 anos	4	10,8

Questão	Averiguação	Quantidade	
		Total	%
Participação em organização	Cooperativa	3	8,1
	Associação	9	24,3
	Sindicato	1	2,7
	Mais de uma organização	4	10,8
	Nenhuma	20	54,1
Mão-de-obra	Familiar	14	37,8
	Contratada	8	21,6
	Familiar e Contratada	15	40,5
Número de funcionários envolvidos na atividade leiteira	Até 2	23	62,2
	2 a 5	11	29,7
	Mais de 5	3	8,1
Assistência de profissionais (médicos veterinários, zootecnistas e/ou agrônomos) na propriedade?	Sim	13	37,1
	Não	24	64,9

Agradecimentos

Os autores agradecem a Pró-reitoria de Extensão (Prex) da Universidade Federal do Ceará e a contribuição dos produtores rurais da região da Grande Fortaleza e Sertão Cearense pela participação na pesquisa.

Referências

Cunha, F. S. A., A. T. Oliveira. 2017. Diagnóstico da pecuária leiteira no povoado São Félix e região no município de Santana do Ipanema, estado de Alagoas. *Nutritime*. 14:4970-4981.

Zoccal, R. 2020. Estados e regiões: destaque e produção. In: Anuário de Leite Embrapa. 38-39.

Percepção do consumidor em relação a dois métodos de mochação em bezerros leiteiros

L.S. Santos¹, P.P. Rotta¹, L.H.R. Silva¹, D.L. Sousa¹, A.P.O. Neto¹, P.T.R. Salgado¹, J.V.C. Rodrigues¹, M.M. Ferreira², H.D.C. Silva³

Introdução

A mochação é um procedimento comum em fazendas leiteiras e tem como objetivo a prevenção de acidentes entre animais e seres humanos e lesões entre os animais por brigas. A mochação com ferro quente é o método mais utilizado pelos produtores de leite, entretanto pode ser dolorosa aos animais, e causa rejeição pelos consumidores (Winder et al., 2016). Logo, outros métodos alternativos vêm sendo estudados em substituição ao ferro quente, como por exemplo a mochação química, no entanto a literatura é inconsistente em relação à qual forma de mochação (químicos ou térmicos) causaria menos dor nos bezerros leiteiros (Morisse et al., 1995; Vickers et al., 2005). O Policresulen (Albocresil®, Takeda) é um produto desenvolvido para ser utilizado na medicina humana, porém vêm sendo utilizado como uma alternativa para evitar o crescimento do chifre em algumas fazendas no Brasil. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar a percepção do público, em relação aos dois métodos de mochação (Ferro quente ou Albocresil) em bezerros leiteiros.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada de forma on-line por meio de questionário no Google Forms, do dia 19/05/2021 a 30/05/2021 e teve a participação de 326 pessoas de diferentes níveis de escolaridade e áreas acadêmicas. Previamente foi exibido um vídeo demonstrando as duas formas de mochação: Ferro quente e Policresulen (Albocresil®, Takeda), e após a exibição do vídeo, o público respondia um questionário com quatro perguntas: I- Se concorda com o procedimento de mochação; II- Dos métodos de mochação apresentados, qual considera menos invasivo (doloroso); III- Se pagaria mais por produtos lácteos oriundos de fazendas que realizassem um procedimento menos doloroso na mochação; IV- Qual método parecia ser mais fácil de ser realizado. Os dados foram tabulados e posteriormente foram elaborados gráficos correlacionando as respostas em relação a sete níveis de escolaridade: Ensino fundamental incompleto (n=5), Ensino fundamental completo (n=9), Ensino médio incompleto (n=17), Ensino médio completo (n=31), Ensino superior incompleto (n=128), Ensino superior completo (n=98) e pós-graduação (n=38) do público que colaborou com o questionário.

1 Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brasil

2 Departamento de Medicina veterinária, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brasil

3 Departamento de Economia Rural, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brasil

Resultados e discussão

A pesquisa demonstrou que na média geral 79,95% do público foi a favor do procedimento de mochação, independente do nível de escolaridade (Figura 1A). A aceitação do público em relação ao procedimento de mochação é interessante do ponto de vista a não ser algo que pudesse prejudicar o consumo de produtos lácteos e conseqüentemente aumento na demanda e melhora no preço do leite. A mochação com albocresil foi considerada menos dolorosa por 83,40% do público geral (Figura 1B). No entanto, 60% do público com Ensino fundamental incompleto considerou o método de mochação com ferro quente menos doloroso (Figura 1B). Contudo, 100% do público que tinha o Ensino fundamental completo considerou a mochação com albocresil o método menos doloroso (Figura 1B). Os consumidores de todos os níveis de escolaridade (80,80%) demonstraram interesse em pagar mais por produtos lácteos oriundos de fazendas que realizam um procedimento menos doloroso na mochação (Figura 1C). Com destaque para o Ensino médio completo, com mais de 90% votando que pagariam mais por produtos lácteos de fazendas que priorizam o bem estar animal na mochação. Esses resultados são importantíssimos para os produtores rurais, uma vez que priorizando o bem-estar animal na hora da mochação agregarão valor aos seus produtos (Winder et al., 2018). A mochação com albocresil liderou as respostas como o método mais fácil de ser realizado, totalizando 71,58% entre todos os níveis de escolaridade (Figura 1D). Entretanto, 60% dos consumidores com Ensino fundamental incompleto acreditam que o método com ferro quente parecia ser o mais fácil de ser realizado (Figura 1D). O método de mochação com albocresil segundo o público é o menos invasivo, e o mais fácil de ser realizado. A grande proporção do público foi a favor do procedimento de mochação e pagaria a mais por produtos lácteos de fazendas que priorizam o bem-estar animal na mochação.

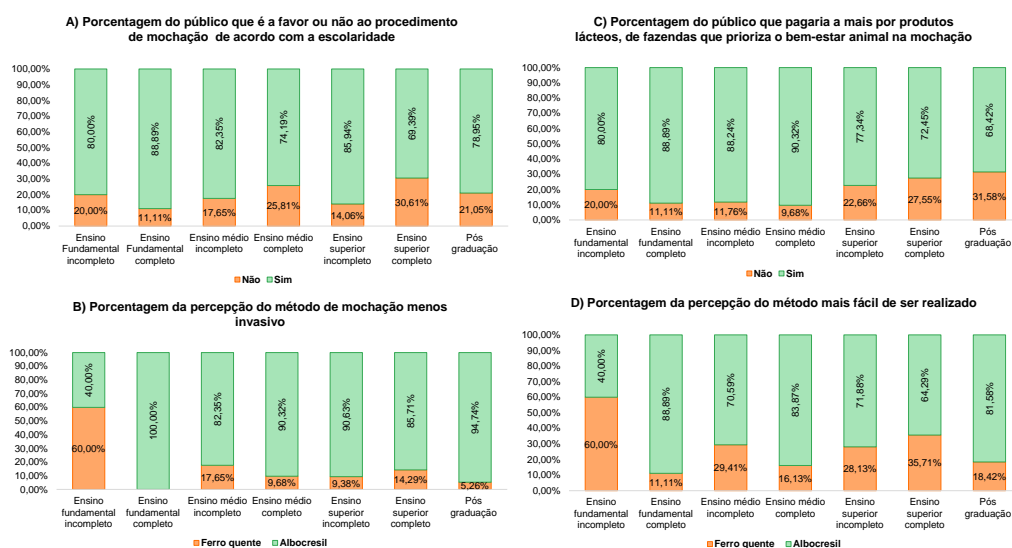


Figura 1 - Percepção do consumidor, em relação a dois métodos de mochação em bezerras leiteiras

Referências

Morisse, J. P., J. P. Cotte, and D. Huonnic. 1995. Effect of dehorning on behaviour and plasma cortisol responses in young calves. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 43:239–247. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(95\)00569-E](https://doi.org/10.1016/0168-1591(95)00569-E)

Vickers, K. J., L. Niel, L. M. Kiehlbauch, and D. M. Weary. 2005. Calf response to caustic paste and hot-iron dehorning using sedation with and without local anesthetic. *J. Dairy Sci.* 88:1454–1459. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72813-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72813-7)

Winder, C. B., C. L. Miltenburg, J. M. Sargeant, S. J. LeBlanc, D. B. Haley, K. D. Lissemore, M. A. Godkin, and T. F. Duffield. 2018. Effects of local anesthetic or systemic analgesia on pain associated with cautery disbudding in calves: A systematic review and meta-analysis. *J. Dairy Sci.* 101:5411–5427. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14092>.

Winder, C. B., S. J. LeBlanc, D. B. Haley, K. D. Lissemore, M. A. Godkin, and T. F. Duffield. 2016. Practices for the disbudding and dehorning of dairy calves by veterinarians and dairy producers in Ontario, Canada. *J. Dairy Sci.* 99:10161–10173. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11270>.

A survey of research on dairy cattle production chain in Brazil by Region, State, and Institute.

G. C. B. Dias¹, M. I. Marcondes², P. P. Rotta³

Introduction

Brazil is the fourth greatest milk producer in the world ranking (Embrapa, 2019). Thus, advanced research studies have been developed focusing to improve the quantity, quality, and sustainability of Brazilian dairy production systems. Although it seems noticeable that dairy research is growing and developing in Brazil, no clear data is available to attest to that. Moreover, the data regarding the research developed on dairy cattle productive chain by Brazilian research centers is not largely summarized. This summary could be helpful to understand where different technologies and information have been developed. Additionally, it would show how this type of research is disseminated through our territory, and it might give inside into new possible partnerships for researchers. Therefore, this abstract is a fragment of results from a previous study. It aimed to characterize where the high scientific level research related to dairy cattle is developed in Brazil.

Material and methods

Papers about the dairy cattle production chain were searched in 25 journals to compose the dataset. Those journals were selected as they often publish papers on dairy cattle production. Thus, the publisher must match the established minimum impact factor of 1.00. This analysis searched papers published from 2014 through 2018. The review reports were selected whether at least one Brazilian researcher was included. Experimental reports were selected if the trial matched the area of interest and took place in Brazil.

The search was performed on each journal's searching page. All the matches with the word "Brazil" plus "cattle", or "dairy", or "cow", or "bull", or "heifer", or "calf", or "milk", or "mastitis", or "steer", or "*bos taurus*", or "*bos indicus*" were tested. After the finding, each article was checked concerning the matching criteria of have been performed with dairy animals. Studies regarding products developed directly with milk fat and protein were included. Three hundred eleven articles were selected as a match. Lastly, the number of papers was sorted by Brazilian region, state, and institute.

1 Department of Preventive Veterinary Medicine and Animal Health, University of São Paulo, Pirassununga, Brazil

2 Department of Animal Science, Washington State University, Pullman, United States of America

3 Department of Animal Sciences, Federal University of Viçosa, Viçosa, Brazil

Results and discussion

The proportion of selected papers by each Brazilian region is shown in Figure 1a. It is noticeable that the dairy cattle scientific research production is being polarized by southeastern Brazilian institutes (Figure 1a). A great part of financial support is available for institutes placed in southeastern Brazil. Additionally, several traditional institutes and universities on animal and veterinary science are placed in this region of the country. Regarding milk production, the southern of Brazil is the most productive (Embrapa, 2019). However, it is the second region of research production in Brazil (Figure 1a). Based on scientific research publications by state, São Paulo (SP) and Minas Gerais (MG) performed 66.8% of all research in Brazil (Figure 1b). SP is the largest investor in research (Competitividade, 2018). Consequently, this state produces largely research knowledge. MG gathers together knowledge and productivity in dairy sciences as it is the second greatest research and milk producer.

The greatest 10 institutes working in research on dairy industry in Brazil are shown in Figure 2. The most productive institutes are public. The greatest research contributor is the School of Veterinary Medicine and Animal Science of the University of São Paulo, SP.

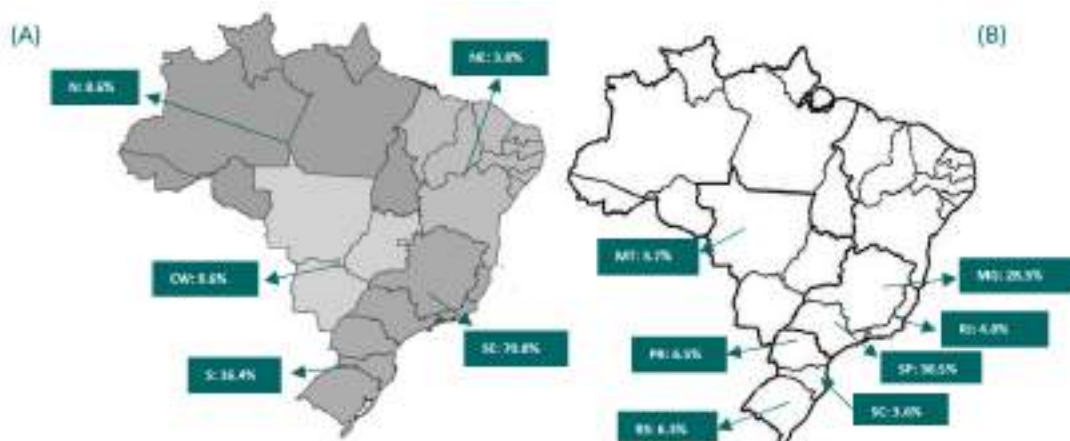


Figure 1 – Brazilian paper publication on dairy cattle research in the last five years by region (A) and state (B)

This School is responsible for 12.7% of the research produced on dairy cattle in Brazil and 43.5% of its production is as correspondence author. The second major contributor is the Federal University of Viçosa, MG. The research production from this institute is nearly 40.2% as correspondence author and it produces 8.5% of research in the area. The third contributor is Embrapa which is the only institute in the ranking that is not an university. Universities are the major source on dairy cattle research in Brazil. Additionally, universities placed in São Paulo and Minas Gerais have been the largest producers of research on dairy cattle in Brazil.

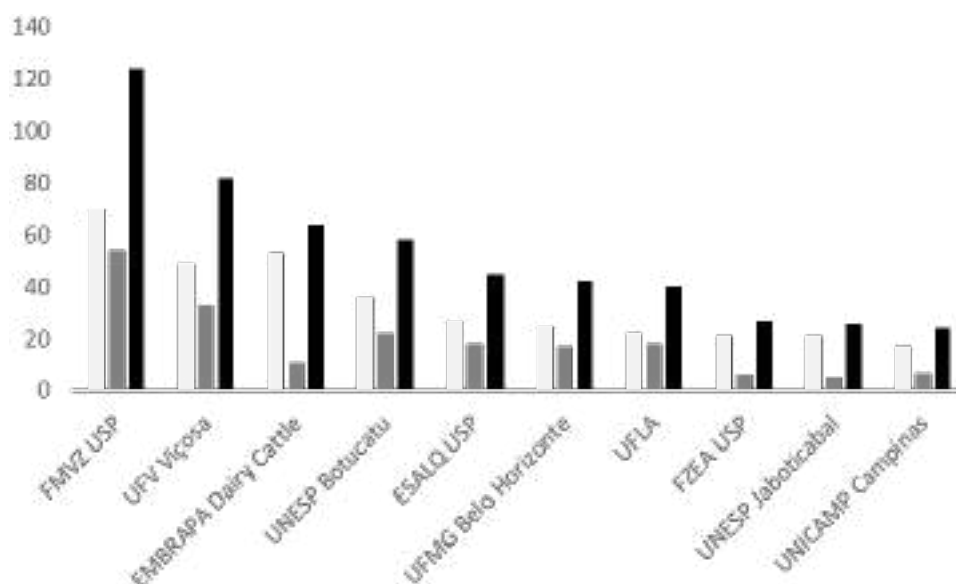


Figure 2 – Production by institute: coauthor production (white bar), corresponding author production (grey bar), and total production (black bar).

In conclusion, the southeastern Brazil has been the major region on research and technology development regarding the dairy industry, mainly in SP

and MG where the major of studies on dairy cattle came from and performed by public universities.

References

Embrapa, 2019. Anuário Leite 2019. Available in: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1094149/anuario-leite-2018-indicadores-tendencias-e-oportunidades-para-quem-vive-no-setor-leiteiro>. Accessed at August 14, 2019.

Ranking de Competitividade dos estados, 2018. Available in: <http://www.rankingdecompetitividade.org.br/ranking/2018/indicador/investimentos-em-pampd>. Accessed at August 14, 2019.

Evolução anual de pesquisas que visam prever a ocorrência de doenças em vacas leiteiras através do comportamento

J. A. Guimaraes¹, A. C. Vieira¹, M. E.A. Canozzi², V. Fischer¹

Introdução

As revisões sistemáticas são úteis para integrar informações de estudos realizados separadamente, que podem ajudar a identificar temas que necessitam de maior evidência e orientar investigações futuras (Sampaio & Mancini, 2007). O comportamento dos animais é um indicador de seu estado fisiológico, podendo ser utilizado para monitorar a saúde dos animais (Rombach et al., 2018). O monitoramento contínuo do comportamento e parâmetros fisiológicos podem permitir a detecção de alterações sutis, antes mesmo que a vaca demonstre sinais clínicos da doença (Stangaferro et al., 2016). Pesquisadores mostram-se cada vez mais interessados na utilização de comportamentos dos animais como forma de prever a ocorrência de doenças. Através de uma revisão sistemática podemos agrupar esses estudos e verificar como estão evoluindo as pesquisas e medir a progressão dos trabalhos que associam comportamentos e doenças. Esse trabalho tem como objetivo verificar o aumento na ocorrência de publicações que se referem a predição de doenças em vacas leiteiras através do comportamento animal.

Material e Métodos

Os dados utilizados neste trabalho foram obtidos através de uma revisão sistemática que busca responder à pergunta “Quais comportamentos podem ser usados para prever doenças em vacas leiteiras?”. Devido à grande variedade de comportamentos e doenças, limitamos os comportamentos em atividade, alimentando, ruminando, em pé e deitado. As doenças foram limitadas em hipocalcemia, acidose ruminal, mastite, laminite e cetose. A chave de busca foi aplicada no dia 22 de janeiro de 2021 em quatro bases, sendo elas Web of Science, Scopus, Science Direct e PubMed, onde obteve-se 10.859 citações, dessas 4.694 foram excluídas por estarem duplicadas. Formou-se uma comissão de três avaliadores treinados para realizar a seleção às cegas das citações, assim 5.646 foram excluídas por não pertencer a área da pesquisa e 398 foram excluídos por não correlacionarem o comportamento a ocorrência de doenças, restando 121 artigos selecionados. Em uma análise inicial foram catalogados os autores e o ano das publicações e aplicado uma análise de frequência (Figura 1).

¹ Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS, Brasil.

² Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Programa Producción de Carne y Lana, Estación Experimental INIA La Estanzuela, Uruguay.

Resultados e discussão

Os resultados demonstram que a tentativa de prever doenças em vacas leiteiras através do comportamento iniciou-se em 1994, com apenas um artigo publicado. O aumento no número de publicações é gradativo, porém lento. O primeiro pico no número de publicações associando doenças e comportamento ocorreu no ano de 2012, onde os pesquisadores procuram associar o comportamento deitado com a laminite (Yunta et al. 2012) e mastite (Cyples et al. 2012). Com o aumento na utilização dos primeiros sistemas de monitoramento dos animais, em 2015, aumentam as buscas para validar algoritmos para identificar os animais doentes ou em estro (Alsaad et al. 2015). Nos anos seguintes, a busca pela associação entre comportamentos, tais como deitado (Kaufman et al. 2016), ruminação, atividade (Stangaferro et al. 2016) e alimentação (Schirmann et al. 2016), com a ocorrência de cetose e cetose subclínica se intensificam, mantendo-se com no mínimo 8 publicações anuais. Já em 2020 ocorre o maior número de publicações (19) sobre o tema, com várias linhas sendo seguidas, associando comportamentos a diversas doenças, principalmente mastite (Eckelkamp et al. 2020).



Figura 1 – Distribuição e frequência por ano de publicações relacionadas a predição de doenças através do comportamento animal.

Os trabalhos vêm demonstrando capacidade em prever os animais em risco de acometimento de diversas doenças e esse conhecimento pode ser usado para reduzir o número de animais em observação, alterando o desfecho.

Referências

Alsaad, M., Niederhauser, J. J., Beer, G., Zehner, N., Schuepbach-Regula, G., Steiner, A. 2015. Development and validation of a novel pedometer algorithm to quantify extended characteristics of the locomotor behavior of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 98:6236-6242.

Cyples, J. A., Fitzpatrick, C. E., Leslie, K. E., DeVries, T.J., Haley, D. B., Chapinal, N.

2012. Short communication: The effects of experimentally induced *Escherichia coli* clinical mastitis on lying behavior of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 95:2571-2575.

Eckelkamp, E. A., Bewley, J. M. 2020. On-farm use of disease alerts generated by precision dairy technology. *J. Dairy Sci.* 103:1566-1582. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16888>.

Kaufman, E. I., LeBlanc, S. J., McBride, B. W., Duffield, T. F., DeVries, T. J. 2016. Short communication: Association of lying behavior and subclinical ketosis in transition dairy cows. *J. Dairy Sci.* 99:7473-7480. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11185>.

Rombach, M., Münger, A., Niederhauser, J., Sudekum, K. H., Schori, F. 2018. Evaluation and validation of an automatic jaw movement recorder (RumiWatch) for ingestive and rumination behaviors of dairy cows during grazing and supplementation. *J. Dairy Sci.* 101:2463-2475. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12305>.

Sampaio, R. F.; Mancini, M. C. 2007. Systematic review studies: A guide for careful synthesis of scientific evidence. *R. Brasileira de Fisioterapia.* 11:77-82.

Schirmann, K., Weary, D.M., Heuwieser, W., Chapinal, N., Cerri, R. L. A., Von Keyserlingk, M. A. G. 2016. Short communication: Rumination and feeding behaviors differ between healthy and sick dairy cows during the transition period. *J. Dairy Sci.* 99:9917-9924.

Stangaferro, M. L., Wijma, R., Caixeta, L. S., Al-Abri, M. A., Giordano, J. O. 2016. Use of rumination and activity monitoring for the identification of dairy cows with health disorders: Part III. Metritis. *J. Dairy Sci.* 99:1-12.

Yunta, C.; Guasch, I.; Bach, A. 2012. Short communication: Lying behavior of lactating dairy cows is influenced by lameness especially around feeding time. *J. Dairy Sci.* 95:6546-6549. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5670>.

Torção de cólon transverso em bezerra Holandês x Gir

K.R. Oliveira¹, C.A. Diamantino², L.G. Piuzana², L.E.G. Souza³, B.M. Martins⁴, P.P. Rotta⁵

Introdução

As diarreias neonatais são as principais doenças que acometem bezerros leiteiros, sendo uma doença complexa, multifatorial e dinâmica (Meganck et al., 2015). É estimado que 75% da mortalidade de bezerros é causada por diarreia aguda (Mukhtar et al., 2015), sendo importante causa de perdas econômicas. A torção cecal causada pela diarreia aguda acompanhada de aumento da motilidade intestinal é mais comum em bezerros que animais adultos e pode levar a choque séptico e morte (Fubini et al., 2018). Deste modo, este relato de caso se refere a um neonato com diarreia intensa seguida de choque séptico e eutanásia emergencial.

Material e métodos

Este relato de caso refere-se a uma bezerra $\frac{3}{4}$ Holandês x Gir com idade de 21 dias, advinda de distocia severa com apresentação caudal e escore de vitalidade ao nascimento inadequado. A bezerra apresentou diarreia profusa, febre ($>39,5^{\circ}\text{C}$), apatia, inapetência e sinais de desidratação. Foi iniciado o tratamento com solução de hidratação oral para bezerros 2 vezes ao dia durante todo o tempo decorrido e Fortgal na dose de 5 mg/kg de Sulfadiazina + 1mg/kg de Trimetoprim) uma vez ao dia por 5 dias. Devido ao contínuo quadro de diarreia foi trocada a base de antibiótico utilizando 7,5 mg/kg Kinetomax (Enrofloxacino) por 3 dias consecutivos, acompanhado de Flumax em caso de febre.

Ainda sem resultados, iniciou-se a administração de 20mg/kg de VetFlor (Florfenicol) intramuscular associado a 1 mL de Flumax (Flunixin Meglumine) por via intravenosa devido ao estado de hipotermia ($>36^{\circ}\text{C}$) nos dias 25, 29 e 30/06. Ainda, foi utilizado Ringer Lactato por via intravenosa nos dias 25, 29 e 30/06 associado a 20 mL de Glicoton (Glicose), 80 mL de Turbo Cálcio (Cálcio) a fim de recuperar a volemia devido ao alto nível de desidratação, além de eletrólitos e energia.

No dia 30/06 a bezerra apresentou hipotermia severa ($34,5^{\circ}\text{C}$), diminuição da frequência cardíaca e respiratória. Desta forma, foi optada por eutanásia do animal por método químico de acordo com o Guia Brasileiro de Boas Práticas de Eutanásia em Animais (CFMV, 2013).

- 1 Médica Veterinária, Mestranda em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa.
- 2 Graduando em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Viçosa.
- 3 Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Viçosa.
- 4 Doutorando em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa.
- 5 Professora Adjunta do Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa.

Resultados e Discussão

Após a eutanásia o animal foi submetido a necropsia e os achados incluíam anemia, hemopericárdio, lesões ulcerativas no abomaso (Figura 1A) devido ao uso de anti-inflamatórios não esteroidais, além da presença de conteúdo fétido, esteatose hepática devido ao uso de diversos medicamentos e má alimentação por dias consecutivos, diversas aderências intestinais devido à peritonite aguda e torção completa do cólon transverso (Figura 1B).

As lesões abomasais ulcerativas não perfurantes encontradas se devem principalmente devido ao uso de anti-inflamatório não esteroidal, Flunixin Meglumine, por um período prolongado em dose anti-endotoxêmica (Smith et al., 1995). Esta patologia se deve a uma inibição de cicloxigenase 1 e 2, sendo a COX-1 responsável pela produção de prostaglandina que garantirá a homeostase de tecidos e a COX-2 desencadeadora de prostaglandinas inflamatórias (Orr et al., 2014). Deste modo, a mucosa abomasal se torna vulnerável à ação de ácidos produzidos e resulta em lesões ulcerativas.

A torção da porção final cecal causada pelo aumento da motilidade intestinal desencadeia uma obstrução intestinal mecânica e são mais comuns em bezerros que vacas devido a diarreias infecciosas (Fubini et al., 2018). Ainda, a torção intestinal resulta em necrose tóxica do tecido envolvido devido a obstrução do fluxo sanguíneo desencadeando dor abdominal, distensão, choque e ausência de defecação (Buergelt et al., 2017).

Desta forma, o quadro prolongado de diarreia associado a resistência a antimicrobianos e aumento da motilidade intestinal culminou na torção cecal e consequente toxemia. Este quadro poderia ter sido evitado por meio de diagnóstico precoce da diarreia.



Figura 1- Achados macroscópicos encontrados em necropsia. A. Úlceras não perfurantes em abomaso. B. Torção completa de cólon transverso

Referências Bibliográficas

CFMV. 2013. Guia Brasileiro de Boas Práticas em Eutanásia em Animais - Conceitos e Procedimentos Recomendados. 1v. Brasília, DF.

Fubini, S.L., Yeager, A.E., Divers, T.J. Noninfectious Disease of Gastrointestinal Tract, 2018. In: Peek, S.F. & Divers, T.J, Rebhun's Diseases of Dairy Cattle. 3 ed. Elsevier, St. Louis, Missouri.

Meganck, V., G. Hoflack, S. Piepers, and G. Opsomer. 2015. Evaluation of a protocol to reduce the incidence of neonatal calf diarrhoea on dairy herds. *Prev. Vet. Med.* 118:64–70. doi:10.1016/j.prevetmed.2014.11.007.

Smith, G.W., J.L. Davis, L. a Tell, A.I. Webb, and J.E. Riviere. 1995. FARAD Digest Extralabel use of nonsteroidal. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 697–701.

Orr, J., Geraghty, T., Ellis, K. Anti-inflammatories in cattle medicine. *Livestock*, 19 (6): 322-328. doi: 10.12968/live.2014.19.6.322.

Muktar, Y., Mamo, G., Tesfaye, B., Belina, D. A review on major bacterial causes of calf diarrhea and its diagnostic method. *Academic Journals.* 7(5): 173-185.

Buergelt, C.D., Clark, E.G., Piero, F, 2017. *Bovine Pathology: a text and color atlas.* 1ed. CAB International. Boston, MA.

Retículo peritonite traumática bovina: Revisão bibliográfica

F. P. Cardoso¹, I. R. Barros¹, Y. A. Miranda¹, J.G. Carvalho²

Introdução

Sabe-se que distúrbios digestivos dos bovinos são patologias que acontecem frequentemente no rebanho, já que esses animais são poucos seletivos para a apreensão de alimentos, devido à baixa mobilidade dos lábios superiores (Dente et al., 2018). Dessa forma, são mais susceptíveis a ingestão de corpos estranhos. A retículo peritonite traumática (RPT) é considerada de origem primária e motora, ou seja, é causada pela ingestão de corpos estranhos perfurocortantes que afetam o retículo, sendo que em sua maioria, são arames e pregos. Conseqüentemente, gera diminuição da produção leiteira, lento processo de ganho de peso, dificuldade na reprodução, já que o alimento não consegue ser digerido adequadamente (Neto et al., 2013). O objetivo do trabalho é abordar a retículo peritonite traumática e as medidas de profilaxia para esse distúrbio.

Material e Métodos

A construção dessa revisão de literatura foi por meio de artigos científicos baseados em revisões de bibliografias através de plataformas como Google Acadêmico, Scielo e *Journal of Dairy Science*, sendo os termos pesquisados: *reticuloperitonitis*, sendo encontrados 36 (trinta e seis) artigos relacionados ao sistema digestivo, mas somente um abordando diretamente a RPT. Tais estudos foram produzidos no período de 1993 a 2020.

Foram utilizadas as seguintes palavras-chave: **Reticuloperitonite; Distúrbios; metálico**

Resultados e Discussão

Os casos de RPT estão relacionados ao hábito alimentar dos ruminantes, visto que, esses animais não são bons selecionadores. Por apresentarem essa característica, não percebem a presença de corpos metálicos na hora de consumir o alimento e esse fator contribui para que ocorra o comprometimento do retículo-rúmen levando a quadros de indigestões primárias ou secundárias (Neto et al., 2013).

A primeira é a principal indigestão que afeta esses compartimentos citados, que são órgãos com papilas voltadas para parte caudal na cavidade oral, com processos motores ou fermentativos e a outra por alterações sistêmicas de

¹ Graduando em Medicina Veterinária, Centro Universitário de Belo Horizonte-UniBH, Belo Horizonte -MG, Brasil

² Pós-doutoranda em ciência animal -UFMG, Belo Horizonte – MG, Brasil

outros órgãos (Smith, 1993), podendo ocorrer de maneira lenta na região do baço e medialmente em direção ao fígado (Garcia et al., 2008).

A ingestão desses materiais estranhos pode acarretar perdas para o animal, que diminui o consumo, e também, o volume de produção de leite. Tem-se então que o consumo acidental de materiais como pregos, arames e outros metais afetam o funcionamento tanto do retículo como do rúmen dos bovinos. Em quadros como esses, tais materiais se aderem a parede do retículo causando uma perfuração do corpo estranho e, conseqüentemente, inflamação local. Deve-se considerar que além do dano visível, pode causar mau aproveitamento alimentar e uma redução da produção leiteira e reprodução dos animais (Rosenberg, 1983). De acordo com Marra, et al. (2019), em alguns casos, a RPT leva a uma Retículo Pericardite Traumática podendo causar extravasamento de conteúdo reticular para o peritônio, pleura e pericárdio, tendo como consequência severa inflamação nos órgãos acometidos. Na ausculta cardíaca há um abafamento das bulhas cardíacas com a presença variável de sons de fricção do saco pericárdico, presença de pulso jugular, além do seu ingurgitamento e, posteriormente, insuficiência cardíaca congestiva (Omid, 2008).

De acordo com um estudo realizado no Departamento de Medicina Clínica Veterinária Indiana, em 2019, com 20 bovinos, 10 deles apresentaram sinais clínicos característicos de RPT, como dorso arqueado, hipertermia, atonia de rúmen e timpanismo. Também foram realizados ultrassonografia e raio x, com contorno anormal do retículo, circundado por um fluido anecoico ou sem depósitos ecogênicos. No exame necroscópico foi observado um fluido peritoneal com coágulos de fibrina, abscesso no retículo, grandes aderências nas paredes do retículo, diafragma e abdômen. Além disso, foi descrita a presença de hepatomegalia.

Por fim, foram identificados que 20% dos animais apresentavam aderências e abscessos, 70% hepatomegalia e corpo estranho perfurando o retículo em 40% (Baydar, et al, 2016), (Sasikala, et al. 2019). Portanto, para minimizar as ingestões de corpos estranhos, deve-se preconizar cuidados no manejo e alimentação do rebanho, além da colocação de imãs em formatos cilíndricos, via oral, para que atraia os corpos estranhos metálicos e evitem que eles circulem livremente sobre o retículo.

Referências

Baydar, E.; Kulualpb, K.; Eroksuzc, Y.; Karapinara, T.; Eroksuzc, H.; (2016) - Retículo Peritonite Traumática em um rebanho de ovelhas, *J. Appl. Ani. Res.*, 2016. 44 (1): 311-314.

Dente, F.; Silva, M.D.; Cunha, S.H.M. Retículo pericardite traumática em um bovino leiteiro: relato de caso. *Revista ciências agroveterinárias e alimentos*. 2018. p. 1-13. <http://revistas.faifaculdades.edu.br/index.php/cava/article/view/449/316>

Garcia, P.V.; Garcia, M.M.; Pereira, M.; Rosa, E.P. Retículo pericardite traumática:

relato de caso. Revista científica eletrônica de medicina veterinária. 2008. http://www.faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/fsqZ6MIIDDL8qJM_2013-5-28-11-39-23.pdf

Marra, S.J.M; Resende, L.N; Silva, P. M; Souza, L.M.S; Magalhães, G.M; Portugal, E.S; Toledo, L.F.A; Nobrega, R.R; Martins, E.A.N; RETÍCULO PERICARDITE TRAUMÁTICA BOVINA: Relato de caso. 11ª Jornada Científica e Tecnológica e 8º Simpósio da Pós-Graduação do IFSULDEMINAS. ISSN: 2319-0124

Neto, H.; Filho, E.; Carvalho, A.; Escodro, P.; Jordão, L.; Reticuloperitonite traumática em bovino: relato de caso -Universidade Federal de Minas Gerais - dezembro 2013.

Omidi, A; Less Common Complication of Traumatic Reticulitis in Cattle: Abscess on Left Thoracic Wall. Asian Journal of Animal and Veterinary Advances. v.3 (5), p 381 – 385, 2008.

Rosenberger, G; Enfermedades de los bovinos. Tomo I, I. ed Buenos Aires: Editorial Hemisferio Sur, 1983, 567p.

Sasikala, K.; Balasubrammaniam, G.; Vijayakumar e Sivaraman, S.; Patologia Bruta da Reticulo pericardite Traumática e peritonite em gado bovino. Departamento de Medicina Clínica Veterinária, Colégio Veterinário e Instituto de Pesquisa, Tanuvas, Namakkal 637 002, Tamil Nadu. Fevereiro 2019, 96 (02): 34 – 36.

Smith, B. P. Tratado de medicina interna de grandes animais: moléstias de equinos, bovinos, ovinos e caprinos. Volume 1, 1 ed. São Paulo: Manole, 1993, 900p.

Papilomatose bovina em novilha holandesa

L. G. Piuzana¹, K. R Oliveira², C.A. Diamantino³, Y. G. H. Schuartz³, E. P. Lago⁴

Introdução

A Papilomatose bovina, causada pelo *Papilomavirus bovino*, é uma doença infecto contagiosa que acomete os rebanhos leiteiros e causa grandes prejuízos. Esta pode dificultar a ordenha, causar cegueira, reduzir o valor do animal e aumentar a ocorrência de mastite (Albuquerque, 2017; Marins, 2004). A infecção se inicia pela entrada do vírus através de lesões e a transmissão ocorre por contato direto ou indireto (Tan et al., 2012). As lesões causadas pela papilomatose são caracterizadas como modificações proliferativas nas células epiteliais escamosas da pele. São encontradas em diversas regiões do corpo e acometem mais comumente animais jovens (Marins, 2004; Tan et al., 2012). Elas tendem a regredir sozinhas, mas o mesmo geralmente não acontece em animais imunossuprimidos (Marins, 2004). O presente trabalho tem como objetivo relatar um caso de Papilomatose bovina em uma novilha, na UEPE-GL (Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite) em Viçosa (MG).

Material e métodos

Uma novilha da raça holandesa, de 13 meses de idade e pesando 350kg, apresentou, no início de 2021, uma proliferação localizada na pele, na lateral direita do abdômen, de cor preta acinzentada e com aspecto de “couve-flor” (Figura 1A). Ao exame clínico houve a suspeita de tratar-se de um de papiloma e, embora fosse atipicamente uma lesão única e em um animal quase adulto, optou-se pelo monitoramento do caso, aguardando a regressão natural da lesão que normalmente ocorre em casos de papilomas cutâneos múltiplos em animais jovens.

Entretanto, com o passar do tempo, o papiloma continuou a se desenvolver, e em decorrência dos riscos de infecção secundária e da proximidade futura em relação ao úbere e grandes vasos subcutâneos, optou-se pela retirada cirúrgica do mesmo. O procedimento foi realizado na própria UEPE-GL no dia 29/07/2021. Após anestesia local com 20ml de lidocaína 2% (Lidovet®) por via subcutânea e antisepsia com clorexidina degermante e enxague com clorexidina alcoólica, a massa foi tracionada e retirada completamente (Figura 1B), por meio de incisão na pele, seguida de sutura simples contínua com fio de Nylon 4.0. Durante o pós-operatório, a ferida cirúrgica foi tratada com spray repelente e unguento cicatrizante. Amostra do material extraído foi enviada para exame histopatológico.

1 Graduanda em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa -MG, Brasil.

2 Médica Veterinária, Mestranda em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa -MG, Brasil.

3 Graduando em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa -MG, Brasil.

4 Professor Associado do Departamento de Veterinária, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa -MG, Brasil.

Resultados e Discussão

O exame histopatológico demonstrou tratar-se de crescimento hiperplásico das células basais da epiderme, confirmando a suspeita de Papilomatose bovina (Figura 1C). Até o momento, o Papilomavírus bovino está subdividido em quatorze tipos diferentes (Albuquerque, 2017) e, acredita-se que esse seja um caso de BPV tipo 2, que é o mais comum e causa fibropapilomas cutâneos pedunculados pelo corpo, acometendo animais jovens ou BPV tipo 3 que causa lesões atípicas que persistem por anos (Marins, 2004). No caso desta novilha, embora a ocorrência de papilomas anteriores e o início exato da lesão não tenham sido evidenciados, existe para esse animal um histórico anterior de possível imunossupressão, demonstrado por episódios de diarreia severa, lesões umbilicais, e hérnia. Bezerras com papilomas tipo 2 tendem a recuperar-se espontaneamente por meio de reação imune mediada por células. Entretanto, animais com tendência à imunossupressão podem ter esse processo afetado de alguma maneira, prejudicando a completa recuperação.

A retirada cirúrgica do papiloma é um tratamento simples e eficaz em casos com poucas lesões, além de estimular a resposta imune contra o vírus (Peek & Divers, 2018). Com isso, fica clara a importância de monitorar frequentemente todos os animais do rebanho, buscando identificar rapidamente as situações que, por procedimentos simples, possam evitar complicações futuras.



Figura 1 - Papiloma diagnosticado em novilha Holandesa. A. Papiloma localizado no abdômen, lateral direita; B. Papiloma retirado cirurgicamente; C. Histopatologia da massa retirada apresentando crescimento hiperplásico das células basais da epiderme. Coloração H&E.

Referências

Albuquerque, W.C.A., 2017. Detecção, tipificação e filogenia molecular de Papilomavírus bovino em bovinos leiteiros [Dissertação]. Universidade Federal de Goiás. 45f.

Marins, R.S.Q.S, 2004. Epidemiologia da Papilomatose cutânea bovina e avaliação da eficácia de diferentes tratamentos em micro-regiões dos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo [Tese]. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 223f.

Peek, S.F. and Divers, T.J., 2018. *Rebhun ́s Diseases of Dairy Cattle*. 3th ed. Elsevier, St. Louis.

Tan, M.T., Yildirim, Y., Sozmen, M., Bilge Dagalp, S., Yilmaz, V., Kirmizigul, A.H., Gokce, E., 2012. A Histopathological, Immunohistochemical and Molecular Study of Cutaneous Bovine Papillomatosis. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*. 18 (5): 739-744. doi:10.9775/kvfd.2012.5341.

Evaluation of policresulen as an alternative and efficient method of disbudding: the impact on calves' behavior

M.M. Ferreira¹, L.H.R. Silva¹, E.F. Santos¹, L.S. Santos¹, D.L. Souza¹, C.H.P.C. Nova¹, M.I. Marcondes² and P.P. Rotta³

Introduction

Disbudding is a common procedure performed in dairy calves, that inhibits the growth of the horn. It should be done until 2 months' age (USDA, 2018). The cautery disbudding is the most spread method used in calves both in EUA and Brazil. However it is known as a painful procedure that calves experience pain sensitivity until healing (Adcock et al., 2019; Casoni et al., 2019). So, remains the necessity to find new techniques that are less traumatic and improve the welfare of the calves. Anil et al. (2002) suggest that animal behavior is more sensitive to measure stress. Head scratching, head rubbing, head shaking increases immediately after the hot-iron disbudding, so they are used to evaluate the acute pain caused by the procedure.

Policresulen, a product used in human medicine may be an alternative to avoid the growth of horn, it stimulates healing processes and promotes re-epithelialization (Shivanna, 2014). We hypothesize that calves disbudded with policresulen would show less stressful behavior than hot-iron disbudding. The objective of the study was to evaluate policresulen as an alternative and efficient method of disbudding and the impact of the procedure on calves' behavior comparing with hot-iron.

Material and methods

The trial was performed at Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite at Universidade Federal de Viçosa. Twenty-four calves were used. Calves were randomly assigned to one of each treatment, as follow: 1) policresulen (n = 12) or 2) hot-iron disbudding (n = 12). All calves were disbudding at 21 ± 2.2 d of age. At the day of the disbudding calves were restrained using a halter for administering the cornual nerve blocks, 5 mL of 2% lidocaine hydrochloride, after 10 minutes we confirmed it with a prick test. Treatment 1 received 0,2 mL of policresulen (Albocresil®, Takeda) solution injected inside each horn, measures of horn size after the procedure were taken to follow the process of re-epithelialization and see the efficacy of the product and treatment 2 we used a preheated iron for at least 10 min and then applied it to each bud until cauterized the horn. All calves received 0.5 mg/kg of meloxicam immediately after the procedure.

1 Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado Leiteiro, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brazil

2 Professor in Dairy Cattle Management and Nutrition, Washington State University, Pullman-WA, EUA

3 Associate Professor in Dairy Cattle Nutrition and Production, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brazil

For behavior analysis calves were observed 12 h before the procedure to establish a standard behavior and during 48 h after the disbudding. The observation was performed by people previously trained, taking notes each 5 min. The following measurements were recorded: head scratching, head rubbing, head shaking and vocalizing. Head scratching was defined as the hoof in contact with the head to scratch it. Head rubbing was defined as the calves' head in contact with some object or the sides of the pen on repetitive movements. Head shaking was defined as the calf moves her head to both sides in a quick succession. The statistical analysis was performed using the GLIMMIX procedure of SAS. Differences were declared when $P < 0.05$.

Results and discussion

Figure 1 shows the frequency of behaviors before (- 12 h) and after (+ 48 h) the disbudding. Calves tended to scratch and shake their heads after the disbudding ($P = 0.001$) and those who were disbudding using hot iron scratched ($P = 0.006$) and shook ($P = 0.010$) more times when comparing with policresulen treatment. That indicates that calves increase the stressful behaviors after disbudding especially when cautery disbudding, point that was observed during the periods of observation, in cases that some calves scratched until bleeding.

We observed an effect of time ($P = 0.001$) for head rubbing, which the calves tended to rub the horn more after the procedure for both treatments. No effect of treatment, period, or their interaction were observed for vocalization ($P > 0.05$). The study demonstrates that disbudding with hot-iron modify the animal's behavior more than policresulen, indicating a visual discomfort. Therefore, policresulen may be an alternative method of disbudding less invasive and better for calves' welfare during and after the procedure.

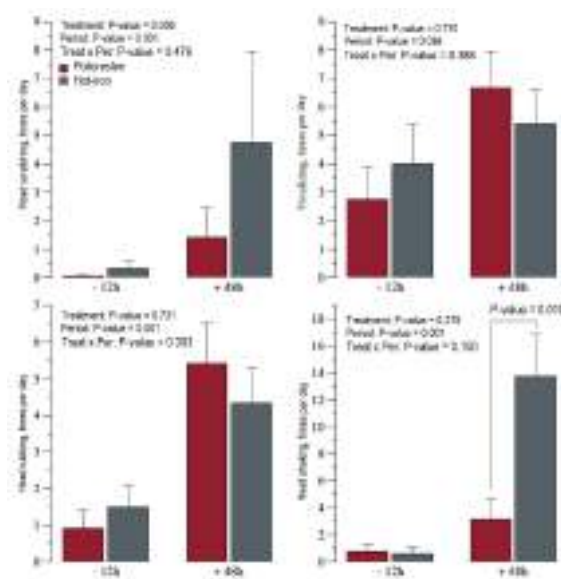


Figure 1 – Frequency of behaviors during the observation periods: 12 h before and 48 h after.

References

Adcock, S.J.J., S.K. Vieira, L. Alvarez, and C.B. Tucker. 2019. Iron and laterality effects on healing of cautery disbudding wounds in dairy calves. *J. Dairy Sci.* 102:10163–10172. doi:10.3168/jds.2018-16121.

Anil, S.S., L. Anil, and J. Deen. 2002. Challenges of pain assessment in domestic animals. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 220:313–319.

Casoni, D., A. Mirra, M.R. Suter, A. Gutzwiller, and C. Spadavecchia. 2019. Can disbudding of calves (one versus four weeks of age) induce chronic pain?. *Physiol. Behav.* 199:47–55. doi:10.1016/j.physbeh.2018.11.010.

D.B.S. Shivanna. 2014. Comparative Study of Efficacy of Cryosurgery and Albothyl Solution in the Management of Cervical Erosion in a Rural Hospital. *IOSR J. Dent. Med. Sci.* 13:106–109. doi:10.9790/0853-1396106109.

USDA (United States Department of Agriculture). 2018. Health and Management Practices on U.S. Dairy Operations, 2014. Report 3. USDA–Animal Plant Health Inspection–Veterinary Services– Center for Epidemiology and Animal Health– National Animal Health Monitoring System, Fort Collins, CO. Accessed May 12, 2021. https://www.aphis.usda.gov/animal_health/nahms/dairy/downloads/dairy14/Dairy14_dr_PartIII.pdf.

Evaluation of policresulen as an alternative method of disbudding: concentrate intake, animal performance, and hormone profile in dairy calves

M.M. Ferreira¹, L.H.R. Silva¹, N.C. Machado¹, G.B. Campos¹,
L.E.G. Souza¹, A.P.O. Neto¹, M. I. Marcondes² and P. P.
Rotta³

Introduction

Disbudding is a common procedure performed in dairy calves, that inhibits the growth of the horn. The procedure is extremely relevant, since the permanence of the horn may present risks both for animals and farm workers (Stock et al., 2013). The cautery disbudding is the most spread method used in calves; however, it is known as a painful procedure. This pain is indicated by changes in plasma cortisol (Heinrich et al., 2009; Stilwell et al., 2012). So, alternatives for improving the calves' welfare are required.

Policresulen, a product used in human medicine may be an alternative to avoid the growth of horn, it stimulates healing processes and promotes re-epithelialization (Shivanna, 2014). We hypothesize that calves disbudded with policresulen would show better performance than hot-iron disbudding. The objective of the study was to evaluate policresulen as an alternative method of disbudding by measuring plasma cortisol, intake, and performance of calves.

Material and methods

The trial was performed at Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite at Universidade Federal de Viçosa. Twenty-four calves were used. Calves were randomly assigned to one of each treatment, as follow: 1) policresulen (n = 12) or 2) hot-iron disbudding (n = 12). All calves were disbudding at 21 ± 2.2 d of age. Blood samples for cortisol were taken using the red top vacutainer tubes obtained by jugular venipuncture at 0, 15 min, 1, 12, 24 h, 3 and 7 d relative to the disbudding. Cortisol evaluations were made by using chemiluminescence method. The concentrate and orts were weight daily for the calves, the individual intake of concentrate was calculated by the difference between the offer and the refuse. The calves were weighted two days before the disbudding (-2 and -1 d) and then with 30, 60 and 90 d to evaluate the average daily gain (ADG) and the total average daily gain (TADG) of the milking period.

The statistical analysis was performed using the GLIMMIX procedure of SAS. Differences were declared when $P < 0.05$.

1 Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado Leite, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brazil

2 Professor in Dairy Cattle Management and Nutrition, Washington State University, Pullman-WA, EUA

3 Associate Professor in Dairy Cattle Nutrition and Production, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brazil

Results and discussion

No effect of cortisol was observed for treatments ($P = 0.85$). Both have serum cortisol peak immediately after the disbudding (0.25 h), and a decrease in the following hours (Figure 1).

The concentrate dry matter intake (CDMI) increased through days ($P < .0001$), but with no effect for treatment ($P = 0.70$) (Figure 2).

Table 1 shows that the ADG were similar between treatments ($P = 0.71$). However, with an effect of period ($P = 0.03$), in which ADG was greater at 90 days. No effect ($P = 0.18$) of treatment was observed for TADG.

It can be concluded that policresulen and hot-iron disbudding had similar results for serum cortisol and performance, but for public perception and calves' welfare policresulen is a less traumatic, but still efficient method that should be adopted as an alternative of calves disbudding.

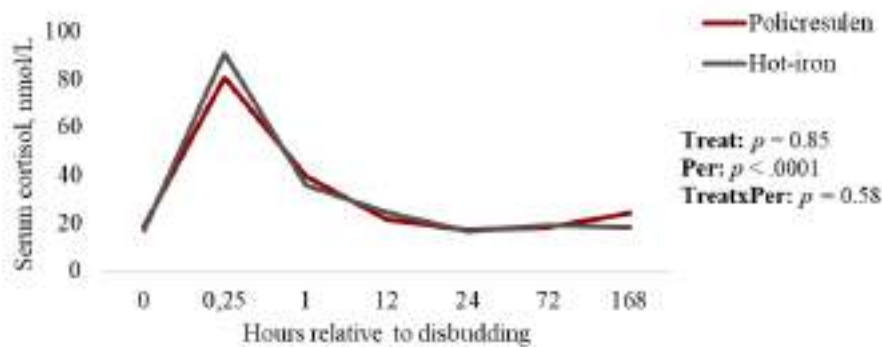


Figure 1 – Measures of serum cortisol of calves disbudded with policresulen and hot-iron in different times.

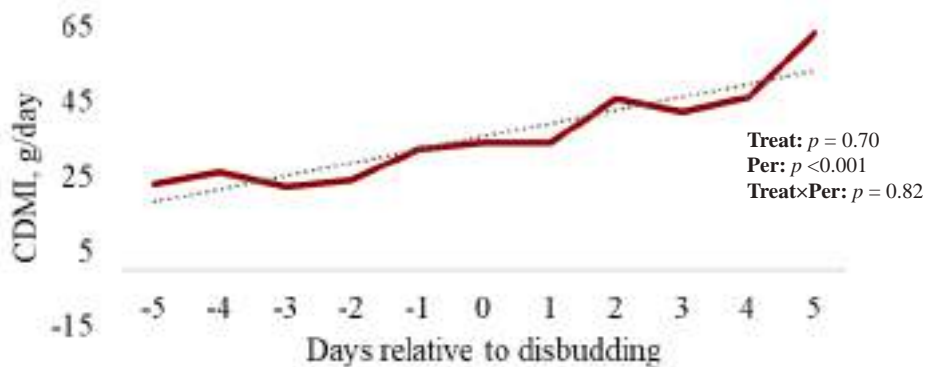


Figure 2 – Concentrate dry matter intake through the days relative to disbudding.

Table 1 – Average daily gain (ADG) and total average daily gain (TADG) of calves disbudded with policlesulen and hot-iron.

Item	Treatment			Period				P-value		
	Policlesulen	Hot-iron	SEM	30	60	90	SEM	Treat	Per	Treat*Per
ADG (kg)	0.78	0.77	0.031	0.74 ^b	0.77 ^{ab}	0.81 ^a	0.035	0.71	0.03	0.70
TADG (kg)	0.76	0.72	0.036					0.18		

SEM = standard error of the mean, Treat = treatment, Per = period, Treat x Per = Interaction between treatment and period.

References

Heinrich, A., T.F. Duffield, K.D. Lissemore, E.J. Squires, and S.T. Millman. 2009. The impact of meloxicam on postsurgical stress associated with cauterly dehorning. *J. Dairy Sci.* 92:540–547. doi:10.3168/jds.2008-1424.

D.B.S. Shivanna. 2014. Comparative Study of Efficacy of Cryosurgery and Albothyl Solution in the Management of Cervical Erosion in a Rural Hospital. *IOSR J. Dent. Med. Sci.* 13:106–109. doi:10.9790/0853-1396106109.

Stilwell, G., M.S. Lima, R.C. Carvalho, and D.M. Broom. 2012. Effects of hot-iron disbudding, using regional anaesthesia with and without carprofen, on cortisol and behaviour of calves. *Res. Vet. Sci.* 92:338–341. doi:10.1016/j.rvsc.2011.02.005.

Stock, M.L., S.L. Baldrige, D. Griffin, and J.F. Coetzee. 2013. Bovine Dehorning. Assessing Pain and Providing Analgesic Management. *Vet. Clin. North Am. - Food Anim. Pract.* 29:103–133. doi:10.1016/j.cvfa.2012.11.001.

Deficiência de colostragem em bezerro Holandês: relato de caso

*T.D.A.Silva¹, B.M.Martins², M.E.R.Saraiva², D.L.Sousa²,
H.D.C.Silva³, P.P.Rotta²*

Introdução

A colostragem compreende o processo de fornecimento de colostro ao bezerro recém-nascido e possui papel fundamental no fornecimento de imunoglobulinas, nutrientes, hormônios e fatores do crescimento, que são fundamentais ao bezerro (Bessi et al., 2002; Brambell, 1958). Segundo Coelho (2009), o protocolo de colostragem deve levar em consideração quatro fatores importantes: a qualidade do colostro, o volume fornecido, o tempo desde o nascimento até a ingestão e a contaminação microbiológica. Além disso, vale ressaltar que, a espécie bovina possui estrutura placentária do tipo sinepteliocorial, não havendo a passagem de anticorpos da mãe para o feto, enaltecendo a importância da colostragem para a transferência da imunidade passiva (Santos et al., 2017). Assim, o objetivo desse trabalho é relatar um caso clínico de deficiência de colostragem em um bezerro macho da raça Holandesa pertencente ao rebanho da Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite (UEPE-GL) da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Material e métodos

O animal, um bezerro macho da raça Holandesa, nascido em 13 de junho de 2021, com 29 kg, às 20h45, na UEPE-GL, oriundo de parto distócico, necessitou de intervenção para o nascimento. O bezerro recebeu 1 L de colostro com brix inferior a 22 (valor aferido em refratômetro), mais 2 L de leite convencional (retirados do tanque de armazenamento da unidade), uma hora após o parto em função da indisponibilidade de colostro. O fornecimento do leite foi feito na mamadeira e ocorreu de forma voluntária, a cura de umbigo foi realizada com iodo 10%, e o bezerro apresentou todos os parâmetros clínicos normais após o nascimento.

Para aferir a eficiência de colostragem, foi feita a coleta de sangue para mensurar a proteína sérica do animal 24 horas após o fornecimento do colostro e, a cada 15 dias, a pesagem do bezerro foi realizada para acompanhar o ganho de peso. O consumo de leite foi feito de forma voluntária, sem apresentar resistência por parte do animal, na quantidade de 6L/dia. O concentrado foi fornecido uma vez ao dia e o controle de sobras era feito a cada 24 horas.

No dia 19 de junho, o bezerro começou a apresentar quadro de diarreia, febre, apatia, desidratação e mucosas hipocoradas. Foram realizados diferentes bases farmacológicas como forma de tratamento, em períodos diferentes de administração, para tentar conter a infecção. Foram usados a Sulfadoxina associada

1 Departamento de Medicina veterinária, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brasil

2 Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brasil

3 Departamento de Economia Rural, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brasil

com Trimetropim e Piroxicam (Fortgal Plus® - 8 ml por via intramuscular); Enrofloxacin (Kinetomax®-dosagem de 3 mL a cada 40 kg); Benzilpenicilina G, Procaína, Benzilpenicilina G Benzatina e Dihidroestreptomicina associado ao Piroxicam (Pencivet® – dosagem 1 mL a cada 25 kg); probiótico (DBR® – 5 g por via oral); hidratação por via oral, recebendo alta no dia 30 de junho. Além disso, o animal desenvolveu artrite séptica que apresentou evolução muito rápida e não foi responsivo aos tratamentos, o que levou à decisão pela eutanásia no dia 20 de julho e realização da necropsia.

Resultados e discussão

A necropsia do bezerro demonstrou hidropericárdio (Figura 1), áreas de congestão pulmonar (Figura 2) e comprometimento hepático. A mãe do animal foi diagnosticada com Tristeza Parasitária Bovina (TPB) no terço final da gestação, o que pode ter contribuído para a produção precária de colostro. Conforme Teixeira (2017), o colostro é responsável pela nutrição do neonato, manutenção e regulação da temperatura corporal, fornecimento de fatores de crescimento, transferência da imunidade celular na síntese proteica de vários órgãos e na regulação endócrina, certificando que a deficiência da colostragem foi um fator crucial para a ocorrência de todo o histórico clínico apresentado.

Além disso, o bezerro teve o ganho médio diário observado em torno de 300 g/dia, sendo muito abaixo do que é esperado (pelo o menos 600g/dia). O valor da proteína sérica encontrada foi de 8% de brix, se enquadrando na categoria ruim de avaliação, sendo que o valor que indica adequada transferência de imunidade passiva é acima de 8,4% de brix. O consumo de concentrado pelo animal também foi prejudicado



Figura 1 – Hidropericárdio.



Figura 2 – Congestão pulmonar

Por fim, a deficiência de colostragem comprometeu a sanidade e a imunidade do bezerro, visto que os achados na necrópsia comprovam que o animal não conseguiu responder de forma favorável às infecções que obteve ao longa da vida, constatando ser um bezerro desfavorecido imunologicamente.

Agradecimentos

Universidade Federal de Viçosa (UFV), Departamento de Zootecnia (DZO-UFV), Programa Família do Leite, Unidade de Ensino Pesquisa e Extensão em Gado de Leite (UEPE-GL).

Referências

Bessi, R. et al. Absorção de anticorpos do colostro em bezerros. I. Estudo no intestino delgado proximal. Rev. Bras. Zootec, v.31, n. 6, p. 2314-2324, 2002.

Brambell, F.W.R. The passive immunity of the young mammal. Biological Reviews, v.33, n.4, p.488-531, 1958.

Coelho, S. G. Desafios na criação e saúde de bezerros. In: VIII Congresso Brasileiro de Buiatria – Suplemento 1, Belo Horizonte. Anais... Ciência Animal Brasileira, 2009.

Santos, R. B. et al. Ultrastructure of bovine placenta during all gestational period. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v. 69, n.6, p. 1376-1384, 2017.

Teixeira, V. A.; Neto, H. C. D.; Coelho, S. G.. Efeitos do colostro na transferência de imunidade passiva, saúde e vida futura de bezerras leiteiras. Rev. Nutri Time, v. 14, n. 5, p. 7046-7052, 2017.

Aborto em vaca Holandesa: suspeita de micotoxicose

K.R. Oliveira¹, L.E.G. Souza², L.G.Piuzana³, C.A. Diamantino³, B.M.Martins⁴, P.P.Rotta⁵

Introdução

A presença de micotoxinas nos alimentos pode provocar grande impacto na saúde animal com redução da produtividade e morte, principalmente em casos de bezerras que são mais susceptíveis, ainda representam alto custo na tentativa de mitigação do problema (Kemboi et al., 2020). Micotoxinas em alimentos conservados fornecidos em sistemas de produção animal diminuem o desempenho ao afetar crescimento e reprodução (Diekman and Green, 1992). Este trabalho tem como objetivo relatar um aborto ocorrido em decorrência de intoxicação de rebanho por micotoxinas.

Material e Métodos

Este relato de caso se refere a uma vaca Holandesa em sua primeira lactação, prenhe de 141 dias, com produção de leite média de 32 litros/dia e queda para 17 litros/dia após micotoxicose com diarreia profusa, causada por micotoxinas presentes na silagem de milho e polpa cítrica utilizadas na dieta, conforme resultados da análise na Tabela 1.

No dia 24 de julho a vaca apresentou sangramento vaginal e na avaliação ginecológica detectou-se frêmito reduzido. Em nova avaliação, no dia 28 de julho, o frêmito da artéria uterina estava ausente bilateralmente e o feto não responsivo a estímulos, detectou-se ainda área com pontos hiperecogênicos próximos ao feto por ultrassonografia, indicando acometimento deste. Foi então decidido por uma indução de parto. Três dias após, o animal expeliu, com auxílio, o feto e conteúdo fétido. A vaca apresentou retenção de membranas fetais com consequente metrite puerperal.

Tabela 1. Resultado da análise laboratorial de pesquisa e quantificação de micotoxinas (ppb) em amostra de silagem de milho e polpa cítrica

Micotoxinas	Silagem de milho	Polpa Cítrica	Nível máximo*
Aflotoxinas	ND ¹	18,5	20
Deoxinivalenol	ND ¹	1950	500
Fumosinas	ND ¹	ND ¹	5
OcratoxinaA	37,74	8,76	-

1 Médica Veterinária, Mestranda em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa.

2 Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Viçosa.

3 Graduando em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Viçosa.

4 Doutorando em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa.

5 Professora Adjunta do Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa.

Micotoxinas	Silagem de milho	Polpa Cítrica	Nível máximo*
T-2 toxina	ND ¹	58,96	-
Zearalenona	216,42	188,95	300

*Nível máximo de acordo com Whitilow & Hagler, 2005.

¹ND: Não detectado

Resultados e Discussão

Após o abortamento, o feto foi submetido a necropsia em que foi constatado hemoperitônio e hemotórax acompanhado de necrose jejunal com linfonodos mesentéricos aumentados, hematomas e congestão hepática. Atribuiu-se o aborto ocorrido à ação estrogênica da Zearalenona (ZEN), em níveis superiores aos encontrados por Kallela & Ettala (1984) em que foram considerados casos severos de intoxicação por ZEN concentrações acima de 10ppm. Enquanto Deoxinivalenol (DON) leva a efeitos imunossupressores, problemas gastrointestinais, diarreia e queda na performance (Gallo et al., 2015). Sintomas estes presentes no animal relatado com queda na produção de leite de 46,87% e importante leucocitose, neutrofilia e trombocitose em exame laboratorial. Porém não foi possível realização de exames confirmatórios da presença de micotoxinas na corrente sanguínea, outras doenças reprodutivas foram descartadas devido a um completo calendário vacinal do rebanho. Além disso, quando associadas, 660 ppb de ZEA e 440 ppb de DON resultaram em diversos sintomas reprodutivos, depressão na produção de leite, diarreia, aumento de infecções no trato reprodutivo e falhas reprodutivas (Coppock et al., 1990). Neste relato, tais sintomas foram visualizados em concentrações inferiores de ZEN associado a superiores de DON (Tabela 1).

Ainda, micotoxinas de forma geral afetam enzimas hepáticas (AST e GGT), devido à intensa atividade detoxificante necessária (Gallo et al., 2015). O que foi observado com aumento de GGT (62 UI/L) quando os valores de referência se situam entre 6 UI/L a 39 UI/L e AST de 127UI/L ainda dentro dos valores de referência de 78UI/L a 132 UI/L. Esse aumento pode indicar lesão hepática aguda na vaca.

Os diversos achados de necropsia fetal indicam a porta de entrada por via umbilical de toxinas devido à intensa hiperemia próxima a veias e artérias umbilicais. A necrose jejunal (Figura 1) e de linfonodos mesentéricos encontrados no feto podem estar associadas à ocratoxina A, conforme encontrado por Sharma (1993). Pôde ainda ser demonstrado pela congestão hepática fetal um grau elevado de micotoxicidade atingindo o feto e muito relacionado com o aborto.



Figura 1. Necrose jejunal no feto

Conclui-se que a presença de micotoxinas afeta a produtividade do rebanho ao afetar o sistema imune e reprodutivo. Sendo assim, fazem-se necessárias medidas de mitigação do problema como adsorventes troca dos alimentos utilizados na alimentação do rebanho.

Referências

- Coppock, R.W., M.S. Mostrom, C.G. Sparling, B. Jacobsen and S.C. Ross. 1990. Apparent zearalenone intoxication in a dairy herd from feeding spoiled acid-treated corn. *Vet. Hum. Toxicol.* 32:246-248
- Gallo, A., G. Giuberti, J.C. Frisvad, T. Bertuzzi, and K.F. Nielsen. 2015. Review on mycotoxin issues in ruminants: Occurrence in forages, effects of mycotoxin ingestion on health status and animal performance and practical strategies to counteract their negative effects. *Toxins (Basel)*. 7:3057–3111. doi:10.3390/toxins7083057.
- Kallela, K. and E. Ettala. 1984. The oestrogenic *Fusarium* toxin (zearalenone) in hay as a cause of early abortions in the cow. *Nord. Vet. Med.* 36:305-309.
- Kemboi, D.C., G. Antonissen, P.E. Ochieng, S. Croubels, S. Okoth, E.K. Kangethe, J. Faas, J.F. Lindahl, and J.K. Gathumbi. 2020. A review of the impact of mycotoxins on dairy cattle health: Challenges for food safety and dairy production in sub-Saharan Africa. *Toxins (Basel)*. 12:1–25. doi:10.3390/toxins12040222.
- Sharma, R.P. 1993. Immunotoxicity of Mycotoxins. *J. Dairy Sci.* 76:892–897. doi:10.3168/jds.S0022-0302(93)77415-9.
- Whitlow, L., and W.M. Hagler. 2005. Mycotoxins in dairy cattle: Occurrence, toxicity, prevention and treatment. *Proc. Southwest Nutr. Conf* 124–138.

Cisto folicular em animal de produção após contaminação por micotoxinas

R.S.M. Freitas¹, E.P. Aniceto¹, K.R. Oliveira², B.B. Silva¹,
H.C.B. Ribeiro¹, B.M. Martins³, P.P. Rotta⁴

Introdução

O cisto folicular é definido pela persistência de uma estrutura anovulatória maior que 25 mm de diâmetro, por período superior a 10 dias, na ausência de corpo lúteo (CL) e com interrupção dos ciclos estrais normais (Garverick, 1997). Dentre as causas multifatoriais da presença de cistos, temos a ingestão de micotoxinas, moléculas de baixo peso molecular produzidas por fungos, que podem interferir na fisiologia dos hormônios endógenos e afetar o sistema reprodutivo de animais de produção (Parmeggiani, 2018). Portanto, o objetivo deste relato é apresentar a correlação entre a presença de um cisto ovariano com a intoxicação por micotoxinas identificadas na dieta do animal.

Material e métodos

O animal deste caso, da raça Holandesa, possui 4 anos e produzia cerca de 30 L/dia de leite em um período de 80 dias de lactação, e estava alojado em sistema de Free Stall pertencente à Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite (UEPE-GL) da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. No decorrer da sua avaliação reprodutiva, ela apresentava sinais de ninfomania, indicando um possível cio de retorno após cerca de 21 dias de inseminação, e em seu prognóstico, com o auxílio de um ultrassom acoplado a sonda transretal de 7,5 MHz (Mindray-DP20), foi constatado a presença de um cisto folicular de tamanhos 42,7 mm X 27,5 mm no ovário esquerdo, como apresentado na Figura 1. Ademais, outros animais do rebanho também apresentaram sintomas característicos de intoxicação fúngica, como abortos, diarreia e repetição de cio, por exemplo. Após o diagnóstico, a vaca recebeu 5 mL de Tec-Relin, hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) no intuito de promover a luteinização do folículo e teve sua dieta, a qual estava contaminada por micotoxinas, modificada com acréscimo de adsorvente.

1 Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite, Universidade Federal De Viçosa

2 Mestranda em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa

3 Doutorando em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa

4 Professora adjunta, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa



Figura 1 - Ultrassonográfica do cisto ovariano de vaca Holandesa intoxicada por micotoxinas.

Resultados e discussão

A inferência deste contratempo reprodutivo com a presença de micotoxinas deu-se após a comprovação por meio de análises laboratoriais (Tabela 1), da presença destas substâncias fúngicas, na silagem de milho e na polpa cítrica, ambas fornecidas na dieta da vaca em questão, dado que a zearalenona encontrada, por exemplo, uma lactona do ácido resorcíclico, é uma micotoxina produzida por diferentes espécies de fungos do gênero *Fusarium*, e apresenta efeito estrogênico em animais domésticos causando um desequilíbrio endócrino (Hagler et al., 1979). O elevado consumo dessa micotoxina por animais de produção pode causar um quadro de hiperestrogenismo caracterizado pela redução da produção de leite, repetição de cio e diminuição nas taxas de concepção e possivelmente abortos em animais intoxicados. Em muitos casos, os animais apresentam baixa performance reprodutiva, a exemplo da vaca desse relato de caso. Uma semana após a suspensão do trato contaminado, e 8 dias seguidos do início do tratamento hormonal, ela foi submetida a análise ultrassonográfica e constatou-se a luteinização do folículo e a eficácia do tratamento prescrito, sendo a mesma protocolada para posteriormente ser inseminada.

Tabela 1- Resultados das análises da silagem de milho e polpa cítrica

Micotoxinas	Silagem de milho*	Polpa cítrica *	Nível máximo **
Aflatoxinas	ND	18,50	20
Fumonisinias	ND	ND	5
OcratoxinaA	37,74	8,76	-
Zearalenona	216,42	188,95	300

ND= não detectado

* Média de duas repetições

**Nível máximo de acordo com Whitlow & Hagler, 2005.

Referências

Faria, A.C.F., R.M. dos Santos, and M.L. Defensor. 2017. Fatores predisponentes a incidência de cisto folicular e retorno à ciclicidade em vacas holandesas em lactação. *Ciência Anim.* 27:55–63.

Garverick, H.A.1997. Ovarian follicular cysts in dairy cows. *Journal Dairy Science*, v.80,p.995-1003.

Hagler, W. M.; Mirocha, C. J. Pathre, S. V. 1979 . Identification of the naturally occurring isomer of zearalenol produced by *Fusarium roseum* 'Gibbosum' in rice culture. *Applied and Environmental Microbiology*, Washington, v.37, n.5, p.849-853.

Maria, C.D.E.S., R.I.O. Grande, and D.O. Sul. 2016. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA Letícia dos Santos Petry Santa Maria , RS 0–44.

Parmeggiani, E. B. 2018. aspectos fisiopatológicos da reprodução de novilhas submetidas a dietas contendo zearalenona com e sem aditivo anti-micotoxina.

Sassahara, M., E.K. Yanaka, and D.P. Netto. 2003. Ocorrência de aflatoxina e zearalenona em alimentos destinados ao gado leiteiro na Região Norte do Estado do Paraná. *Semin. Ciências Agrárias* 24:63. doi:10.5433/1679-0359.2003v24n1p63.

Cisto folicular em vaca de alta produção

*E. P. Aniceto¹, K. R. Oliveira², R. S. M. Freitas¹, B. B. Silva¹,
H. C. B. Ribeiro¹, C. A. Diamantino¹, L. G. Piuzana¹, A. B. M.
Miranda¹, P. P. Rotta³*

Introdução

Cistos foliculares são estruturas anovulatórias com diâmetro superior à 25 mm, que persistem por pelo menos 10 dias na ausência de corpo lúteo (Sayad et al., 2017). Eles representam impactos negativos no desempenho reprodutivo do gado leiteiro e, portanto, podem diminuir a produtividade geral das fazendas (Peter, 2004), aumentando o intervalo entre partos. O objetivo desse trabalho é apresentar e discutir as implicações de caso clínico de cisto folicular em vaca de alta produção de leite.

Material e métodos

O caso clínico foi acompanhado na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite (UEPE-GL) da Universidade Federal de Viçosa (UFV). A vaca, com 7 anos de idade, 4 partos, 68 dias em lactação com média de produção de leite diária de 45 kg, em sistema de Free Stall, no dia 11/05/2021 (D₀), foi submetida à avaliação ultrassonográfica com o auxílio de ultrassom acoplado a sonda transretal de 7,5 MHz (Mindray-DP20), constatando a presença de folículos e em seguida foi inserida no protocolo de inseminação artificial em tempo fixo (Tabela 1). No D_{9½}, foi realizada a avaliação ultrassonográfica sendo avaliado o diâmetro folicular e espessura da parede uterina (Tabela 2). Após avaliação ultrassonográfica, foi constatada presença de cisto folicular no ovário direito. O animal não foi inseminado, e foi realizado tratamento com indutor de ovulação (5 mL de Tec-Relin), com intuito de induzir o processo de luteinização do folículo. Após 5 dias (D14), foi realizada uma nova avaliação ultrassonográfica (Tabela 2) e ainda observada a presença do cisto folicular.

Tabela 1 - Protocolo de IATF com 9 dias e ½

Dia	Ação
D ₀	Primer (Implante de Progesterona) + 2 mL Tec-Relin (Análogo de GnRH)
D ₇	2mL Estron (Análogo de Prostaglandina)
D ₈	Retirada do Primer + 2mL Estron + 4mL Cipiotec (Cipionato de Estradiol)
D _{9½}	Inseminação Artificial

1 Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite, Universidade Federal De Viçosa

2 Mestranda em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa

3 Professora adjunta, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa

Resultados e discussão

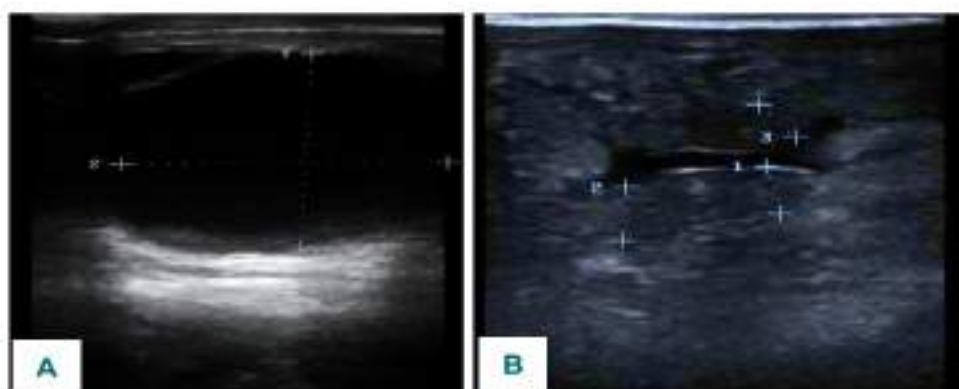
É possível observar na Tabela 2 e Figura 1A que o tamanho do cisto folicular no D9 $\frac{1}{2}$ foi de 42,7 mm, maior que os relatados em pesquisas por Sayad et al. (2017), sendo que mesmo após o tratamento, este permaneceu em tamanho ligeiramente menor que a mensuração anterior. Cistos foliculares secretam pouca progesterona e grandes quantidades de estradiol (Isobe, 2007). Apesar da alta secreção de estradiol, não ocorre a liberação de pico pré-regulatório de hormônio luteinizante (LH) e uma onda de LH em resposta ao desafio de estradiol não é liberada (Silva del Río et al., 2006). Dessa forma, o principal feedback responsável pela formação de cistos está relacionado à falha do estradiol em estimular uma onda de hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) do centro hipotalâmico, responsável em induzir um pico de LH. Também é possível observar que a parede uterina se apresentou espessa na primeira avaliação (0,89 mm) e teve uma redução de 43,8% (0,5 mm) após o tratamento. Isso se deve ao fato de que sob a influência do estrogênio, os vasos sanguíneos da submucosa tornam-se hiperêmicos, o endométrio torna-se edemaciado, aumentando sua espessura, e a zona vascular anecóica é mais facilmente visualizada (Griffin and Ginther, 1992). O conteúdo do lúmen uterino também pode variar durante o ciclo estral e uma pequena quantidade de líquido pode estar presente durante a fase folicular (Barlund et al., 2008), como apresentado na Figura 1B.

A produção de leite média de 45 kg é considerada alta para vacas Holandesas nesse tipo de sistema de produção, sendo apontado que o fator de risco mais importante para o desenvolvimento de cistos ovarianos (Laporte et al., 1994).

O tratamento do cisto com o GnRH exógeno (Tec-Relin), foi uma tentativa de induzir o pico de LH, para que o folículo pudesse ser luteinizado, porém devido ao tamanho folicular e à alta secreção de estradiol o mecanismo exógeno não foi suficiente para a luteinização, como observado na avaliação ultrassonográfica após o tratamento, em que foi constatado uma redução de 12,4% no tamanho folicular.

Tabela 2 - Avaliação ultrassonográfica de ovário e útero

Dias	Ovário (mm)	Útero (mm)
D _{9$\frac{1}{2}$}	42,7	0,89
D 14	37,4	0,5



Referências

Barlund, C.S., T.D. Carruthers, C.L. Waldner, and C.W. Palmer. 2008. A comparison of diagnostic techniques for postpartum endometritis in dairy cattle. *Theriogenology* 69:714–723. doi:10.1016/j.theriogenology.2007.12.005.

Griffin, P.G., and O.J. Ginther. 1992. Research applications of ultrasonic imaging in reproductive biology. *J. Anim. Sci.* 70:953–972. doi:10.2527/1992.703953x.

Isobe, N. 2007. Follicular cysts in dairy cows. *Anim. Sci. J.* 78:1–6. doi:10.1111/j.1740-0929.2006.00397.x.

Laporte, H.M., H. Hogeveen, Y.H. Schukken, and J.P.T.M. Noordhuizen. 1994. Cystic ovarian disease in Dutch dairy cattle, I. Incidence, risk factors and consequences. *Livest. Prod. Sci.* 38:191–197. doi:10.1016/0301-6226(94)90170-8.

Peter, A. 2004. An Update on Cystic Ovarian Degeneration in Cattle. *Reprod. Domest. Anim.* 39:1–7. doi:10.1046/j.0936-6768.2003.00466.x.

Sayad, A., M. Abdollahi, M. Vodjgani, K. Abdi, F. Gharagozloo, M.A. Rezvanfar, H. Akbarein, and M.K. Koochi. 2017. The relationship between diazinon and malathion plasma levels with follicular cyst disease in dairy cows. *J. Biol. Today's World* 6:92–96. doi:10.15412/J.JBTW.01060503.

Silva del Río, N., B.W. Kirkpatrick, and P.M. Fricke. 2006. Observed frequency of monozygotic twinning in Holstein dairy cattle. *Theriogenology* 66:1292–1299. doi:10.1016/j.theriogenology.2006.04.013.

Cisto folicular em vaca gestante

L. G. Piuzana¹, K. R. Oliveira², H. C. B. Ribeiro³, E. P. Aniceto⁴, B. B. Silva⁴, L. E. G. Souza⁵, E. P. Lago⁶

Introdução

Rebanhos leiteiros da raça Holandesa apresentam elevada ocorrência de cistos ovarianos e essa afecção causa prejuízos reprodutivos e econômicos para o produtor (Fernandes et al., 2005). Eles são caracterizados por uma condição anovulatória na qual um folículo cresce ultrapassando o tamanho ovulatório, porém, por algum motivo, não ovula (Garverick, 1997).

O ciclo estral da vaca ocorre em padrão de ondas, onde folículos são recrutados, mas apenas um folículo dominante ovula, sendo que o eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal é o responsável por regular esse ciclo. Os folículos em crescimento secretam estrógeno (E_2) que, a princípio, estimula a liberação do hormônio folículo estimulante (FSH), mas que na presença de um folículo dominante inibe esse hormônio e estimula a liberação do hormônio luteinizante (LH) para que o mesmo possa ovular (Hafez & Hafez, 2004).

Material e métodos

O presente trabalho tem como objetivo relatar um caso de cisto folicular em uma vaca holandesa, pertencente ao rebanho leiteiro da UEPE-GL (Unidade de Pesquisa e Extensão em Gado de Leite) em Viçosa-MG. A vaca, com 4,5 anos de idade, em sua terceira lactação e produzindo 32,5kg de leite/dia, foi inseminada via protocolo de IATF no dia 22/01/2021, com ausência de cio visual, em sua quarta tentativa e com 180 dias em lactação.

No dia 24/02/2021, por meio do diagnóstico de gestação (DG), a vaca foi considerada gestante (Figuras 1A e 1B). Entretanto identificou-se também a presença de uma estrutura cística no ovário contralateral ao corno gestante, medindo 23,7mm (Figura 1C), e que foi diagnosticada como um cisto folicular. Optou-se pelo monitoramento do animal nos dias subsequentes e, sem nenhum procedimento ou manipulação, foi evidenciado que o cisto havia sofrido atresia. A vaca se manteve gestante em todos os retoques realizados e atualmente já se encontra próximo do momento da secagem, com a previsão de parto para o dia 24/10/2021.

- 1 Graduada em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, Brasil.
- 2 Médica Veterinária, Mestranda em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, Brasil.
- 3 Graduando em Medicina Veterinária, Centro Universitário de Viçosa, Viçosa – MG, Brasil.
- 4 Graduada em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, Brasil.
- 5 Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, Brasil.
- 6 Professor Associado do Departamento de Veterinária, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, Brasil.

Resultados e Discussão

Diversos fatores predispõe a ocorrência de cistos foliculares em bovinos. Pode-se destacar a ordem de parto, sendo que a incidência de cisto é maior em vacas com mais de dois partos (Fernandes et al., 2005), como é o caso do animal relatado que está em sua terceira lactação. Animais de maior produção também estão mais susceptíveis a apresentarem cistos foliculares (Fernandes et al., 2005) e a vaca em questão tem a produção média de 32,5kg leite/dia, tendo atingido 49,5kg leite/dia no pico de lactação, o que pode explicar a razão de o animal ter engravidado apenas na quarta tentativa. Esta vaca também possuía um problema crônico de casco e precisou passar por tratamento justamente à época da inseminação que a tornou gestante. Além disso, é considerado que o estresse pelo calor do verão também predispõe à formação de cistos uma vez que o cortisol produzido pode interferir no eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal, principalmente na secreção de LH pré-ovulatório (Fernandes et al., 2005).

Mesmo durante a gestação as ondas foliculares não cessam e esse folículos, ao produzirem E_2 , fazem “feedback” positivo no eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal liberando FSH (Driancourt et al., 1991). No entanto, esses folículos que se desenvolvem durante a gestação não são capazes de ovular porque a presença do corpo lúteo (CL) e consequentemente alta concentração de progesterona (P_4) inibem o pico de LH. Dessa forma, após alguns dias, esse folículo entra em atresia por não ter condição de ser ovulado (Hafez & Hafez, 2004).

Pode-se concluir que existem diversos fatores que predispõe a ocorrência de cistos foliculares e os mesmos podem ocorrer durante a gestação, uma vez que as ondas foliculares não cessam nesse período. No entanto, esses folículos não são capazes de ovular devido à alta produção de progesterona que inibe parte do eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal.

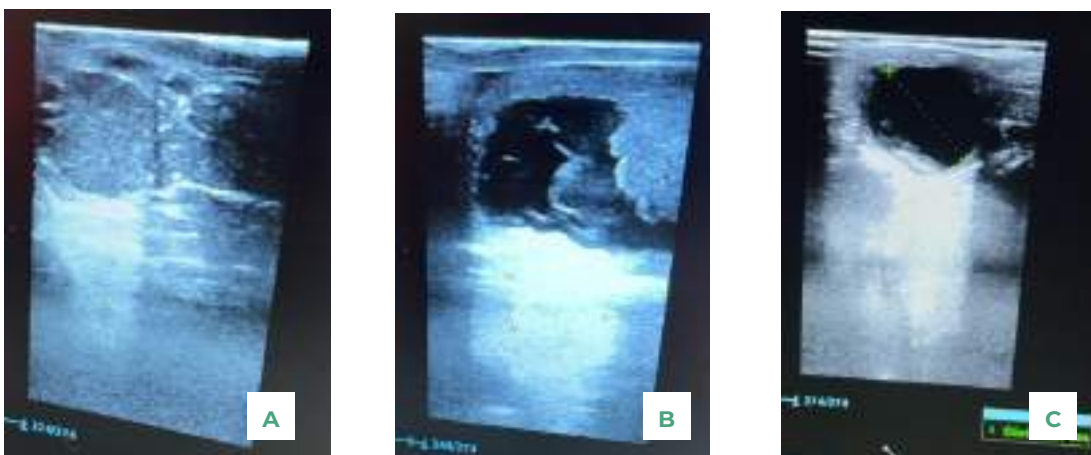


Figura 1. Diagnóstico de gestação (DG) e identificação de cisto folicular. A. Corpo lúteo presente no DG; B. Identificação do embrião no DG; C. Estrutura cística medindo 23,7mm.

Referências Bibliográficas

Allen Garverick H., 1997. Ovarian Follicular Cysts in Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 80:995-1004. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76025-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76025-9).

Driancourt M. A., Thatcher W. W., Terqui M., Andrieu D., 1991. Dynamics of ovarian follicular development in cattle during the estrous cycle, Early pregnancy and in response to PMSG. *Domestic Animal Endocrinology*. 8: 209-221. [https://doi.org/10.1016/0739-7240\(91\)90057-Q](https://doi.org/10.1016/0739-7240(91)90057-Q).

Fernandes C. A. C., Figueiredo A. C. S., Oba E., Viana J. H. M., 2005. Fatores predisponentes para cistos ovarianos em vacas da raça holandesa. *Ars Veterinaria*. 21:287-296. <http://dx.doi.org/10.15361/2175-0106.2005v21n2p287-296>.

Hafez E. S. E. and Hafez B, 2004. *Reprodução Animal*. 7th ed. Manole, Batueri, SP.

Relato de caso clínico: Placenta retida por 31 dias em vaca Holandesa

C. A. Diamantino¹, K. R. Oliveira², B.B. Silva³, L.G. Piuzana¹, T.B.P. Silva⁴, P.P. Rotta⁵, E.P. Aniceto¹,

Introdução

A placenta bovina é classificada como cotiledonária, uma vez que os tecidos fetais, (cotilédones) são ligados à parte materna (carúncula) para a formação do placentoma, que é a unidade formadora da placenta. Há também microvilosidades responsáveis pela ligação das membranas fetais para a formação de epitélio híbrido, materno e fetal (Peter, 2013). Esses mecanismos são importantes para a ancoragem do embrião ao corpo uterino e vários fatores levam a expulsão das membranas fetais do corpo do útero após o parto, como a atuação do sistema imune que provoca a proteólise da junção placentária e liberação de cortisol fetal que aumenta a expressão dos receptores de ocitocina induzindo a contração uterina (Beagley et al., 2010).

É considerado que há retenção de membrana fetais, após o período de 6 a 12 horas em que a placenta não é expelida (Fourichon et al., 1999). Em decorrência disso, efeitos prejudiciais são causados na vida reprodutiva do animal, tais como infecções uterinas e aumento do período de serviço (Holt et al., 1989), além do aumento da taxa de descarte involuntário. Este relato de caso clínico se refere a uma retenção de placenta com duração de 31 dias em que os protocolos hormonais de tratamento e antibioticoterapia não foram eficazes, sendo um caso ainda sem relatos na literatura.

Materiais e métodos

Este relato de caso clínico foi feito na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite da Universidade Federal de Viçosa, em uma vaca de 7 anos e na quarta lactação. Esse animal apresentou distocia, sendo necessária intervenção com introdução de mãos e manobras obstétricas, devido ao peso do bezerro (43 kg) e apresentação transversal. Após 12 horas não foi observada expulsão completa das membranas fetais, sendo optada pela retirada manual associada à massagem uterina, removendo parte da placenta. Devido à intensa manipulação, a antibioticoterapia foi iniciada 48 horas após o parto, sendo aplicado Ceftiomax® (Cloridrato de Cefotiofur) na dosagem de 2,2 mg por kg, associado ao anti-inflamatório não-esteroidal, Prador® (Meloxicam + Dipirona

1 Graduando em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Viçosa.

2 Médica Veterinária, Mestranda em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Técnica do Programa Família do Leite

3 Graduanda em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa.

4 Médica Veterinária, Doutoranda em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Técnica do Programa Família do Leite

5 Professora Adjunta do Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa.

Sódica) na dose de 1mL/25 kgs que corresponde a 0,4 mg/kg de meloxicam e 20mg/kg de dipirona sódica ,quando houve febre (> 39.5° C). A terapia foi seguida por 10 dias e após isso, foi feita a troca de base para Benzilpenicilina G procaína + benzatina (Pencivet®) na dose de 33.000 UI/kg. Foi também realizado protocolo hormonal no D8 e D18 pós-parto em que se utilizou de 2 aplicações de Cipionato de Estradiol (Cipiotec®), na dosagem de 4 mL, a cada 12 horas e 6 horas após a última aplicação, uma dose de 2 mL de Ocitocina (Lacocina®) com o objetivo de promover a abertura cervical e utilização posterior de tração manual por palpação vaginal

Resultados e discussão

A antibioticoterapia é eficiente na prevenção da septicemia, pois com o tecido em estado necrótico no lúmen uterino há proliferação bacteriana e associado ao quadro hiperemico da inflamação, pode ocorrer a transposição bacteriana para a corrente sanguínea, resultando em quadro séptico (Beagley et al., 2010). Sendo o Ceftiofur uma das primeiras opções de antibiótico sistêmico, por apresentar bons resultados no controle da toxemia causada pela retenção de placenta (Drillich et al., 2003). Contudo pode apresentar efeitos de nefrotoxicidade após 10 dia, então foi feita a troca de base para Benzilpenicilina que também é um antibiótico beta-lactâmico.

O Cipionato Estradiol provoca abertura da cérvix e aumenta a sensibilidade à ocitocina, porém o animal não foi suficientemente responsivo ao protocolo, possuindo contração uterina, porém sem abertura de cérvix em concordância com o relatado por Beagley et al. (2010).

A partir do D20 foi decidido a paralisação do tratamento para descarte do animal, contudo, no D31 o animal entrou em quadro de choque séptico, com sintomas de taquicardia, queda e hipotermia de extremidades sendo necessária eutanásia emergencial. Após isso, foi feita necropsia, dentre os achados macroscópicos foram encontrados edema no corpo e cornos uterinos, além das tubas uterinas associado a conteúdo purulento e presença de carúnculas permanentes (Figura 1)

Paisley et al. (1986) relatam que caso a placenta não seja expelida após 48 horas, ocorre o processo de necrose das membranas e com 6 dias ocorre sua expulsão. Contudo na necropsia seguida a eutanásia do animal, foi observado a presença de conteúdo purulento no lúmen do útero, resultado da necrose de liquefação das membranas fetais. Além disso, o estágio de involução uterino era incoerente com o tempo pós-parto.



Figura 1. Achados macroscópicos de necropsia. Conteúdo purulento no lúmen uterino e carúnculas permanentes.

Referências

- Beagley, J. C., Whitman K. J., Baptiste, K. E., Scherzer, J.; 2010. Physiology and treatment of retained fetal membranes in cattle. *J Vet Intern Med.*; 24:261-268, <https://doi.org/10.1111/j.1939-1676.2010.0473.x>
- C. Fourichon, H. Seegers, X. Malher. 2000. Effect of disease on reproduction in the dairy cow: a meta-analysis. *Theriogenology*. 53(9):1729-1759. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(00\)00311-3](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(00)00311-3)
- Drillich, M., Pfützner, A., Sabin, H. J., Sabin, M., & Heuwieser, W. 2003. Comparison of two protocols for the treatment of retained fetal membranes in dairy cattle. *Theriogenology*, 59(3-4), 951-960. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(02\)01132-9](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(02)01132-9)
- Holt, L. C., Whittier, W. D., Gwazdauskas, F. C., & Vinson, W. E. 1989. Early Postpartum Reproductive Profiles in Holstein Cows with Retained Placenta and Uterine Discharges. *J. Dairy Sci*, 72(2), 533-539. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(89\)79137-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79137-2)
- Paisley, L. G., Mickelsen, W. D., & Anderson, P. B. 1986. Mechanisms and therapy for retained fetal membranes and uterine infections of cows: A review. *Theriogenology*, 25(3), 353-381. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(86\)90045-2](https://doi.org/10.1016/0093-691X(86)90045-2)
- Peter, A. T. 2013. Bovine placenta: A review on morphology, components, and defects from terminology and clinical perspectives. *Theriogenology*, 80(7), 693-705. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.06.004>.

