

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

ISABELLE DAMÉ VEBER ANGELO

**EFEITO DE PLANOS NUTRICIONAIS NO CONSUMO E NO METABOLISMO
HEPÁTICO DE VACAS LEITEIRAS DE DIFERENTES COMPOSIÇÕES RACIAIS
DURANTE O PERÍODO DE TRANSIÇÃO**

Porto Alegre

2020

CIP - Catalogação na Publicação

Damé Veber Angelo, Isabelle
Efeito de planos nutricionais no consumo e no
metabolismo hepático de vacas leiteiras de diferentes
composições raciais durante o período de transição /
Isabelle Damé Veber Angelo. -- 2020.
75 f.
Orientadora: Vivian Fischer.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS, 2020.

1. Bovinos Leiteiros. 2. Período de Transição. 3.
Consumo Alimentar. 4. Metabolismo Hepático. I.
Fischer, Vivian, orient. II. Título.

ISABELLE DAMÉ VEBER ANGELO

**EFEITO DE PLANOS NUTRICIONAIS NO CONSUMO E NO METABOLISMO
HEPÁTICO DE VACAS LEITEIRAS DE DIFERENTES COMPOSIÇÕES RACIAIS
DURANTE O PERÍODO DE TRANSIÇÃO**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do Grau de Mestre em Zootecnia, na Faculdade de Agronomia, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Vivian Fischer

Porto Alegre

2020

Isabelle Damé Veber Angelo
Zootecnista

DISSERTAÇÃO

Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

MESTRE EM ZOOTECNIA


Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovada em: 12.05.2020
Pela Banca Examinadora

Homologado em: 01/07/2020
Por



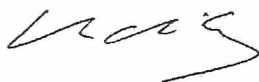
VIVIAN FISCHER
PPG Zootecnia/UFRGS
Orientadora




DANILO PEDRO STREIT JR.
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia



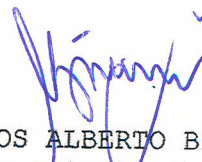
Alexandre de Mello Kessler
FAGRO/UFRGS



Félix Hilario Diaz González
FAVET/UFRGS



Marcio Nunes Corrêa
UFPel



CARLOS ALBERTO BISSANI
Diretor da Faculdade de Agronomia

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus e a meus mentores espirituais por terem me dado força e amparo durante esta etapa. Foi o período mais gratificante, e ao mesmo tempo mais desafiador, de minha trajetória acadêmica até então. Agradeço sempre o apoio incondicional dos meus pais, Magda e Luciano, e da minha irmã, Sophia. Foram dois anos de muita ausência e saudade, mas que no fim valeram a pena. Vocês são a minha base e seu amor e encorajamento são o que me movem. Amo vocês!

À professora Vivian Fischer, minha orientadora e mestre, pela confiança, apoio, compreensão nos momentos difíceis e ensinamentos preciosos que levarei comigo. Aprendi com a senhora mais do que posso expressar.

Às minhas queridas amigas Angélica, Odilene e Maria, pelos dois anos de incrível companheirismo, mates e pipocas. Maria, minha parceira de academia e de planos de intercâmbio. Odi, teus conselhos contribuíram para minha formação mais do que tu imaginas. Angélica, tua fé incondicional alimentou a minha, muitas vezes enfraquecida pelas inseguranças, e me manteve em pé em mais momentos do que eu possa contar. Torço, me orgulho e oro por vocês, hoje e sempre.

À Paola e à Micheli pela nossa amizade, mesmo que à distância. Paola, 13 anos que acompanhamos e apoiamos as vitórias uma da outra. Que venham muitos outros. Micheli, se concluo meu mestrado agora, devo muito disso a ti. Afinal, tudo começou lá nos nossos fins de semana de muito trabalho e risadas no Sispel.

Aos meus colegas do NUPLAC, Guilherme, Luciano, Arthur, Lorena e Aline, pela parceria e apoio. A companhia de vocês na salinha fez com que as atribuições da pós-graduação ficassem muito mais leves e divertidas.

Ao CNPq pela concessão da bolsa, ao PPGZ/UFRGS pelo enriquecimento em minha formação acadêmica e à Embrapa e ao Nupec por terem feito este um experimento possível. A ciência depende das instituições públicas, e a sociedade depende da ciência.

Finalmente, também dedico esse trabalho a todos, familiares, amigos, colegas e professores, que de alguma forma contribuíram para o meu aprimoramento profissional e pessoal ao longo desses 24 anos. A vida é cheia de curvas, bifurcações e obstáculos. Muitas pessoas me ajudaram a trilhar o caminho que me trouxe até aqui.

A todos vocês, o meu sincero muito obrigada.

EFEITO DE PLANOS NUTRICIONAIS NO CONSUMO E NO METABOLISMO HEPÁTICO DE VACAS LEITEIRAS DE DIFERENTES COMPOSIÇÕES RACIAIS DURANTE O PERÍODO DE TRANSIÇÃO¹

Autor: Zoot. Isabelle Damé Veber Angelo

Orientador: Profa. Dra. Vivian Fischer

Resumo: O objetivo deste estudo foi avaliar a influência de dois planos nutricionais distintos sobre o consumo e o metabolismo hepático de vacas leiteiras de diferentes composições raciais durante o período de transição. Foram utilizadas 36 vacas primíparas, sendo 12 da raça Holandesa, 12 Gir Leiteiro e 12 Girolando F1 (½ Holandesa ½ Gir Leiteiro) durante o período de transição (três semanas pré-parto e três semanas pós-parto). Cada grupo genético foi aleatoriamente dividido em dois tratamentos: Plano nutricional com oferta de 1,69% do peso corporal de matéria seca e plano nutricional com fornecimento de 1,89% do peso corporal de matéria seca. As dietas ofertam, respectivamente, 100 e 132% da demanda energética diária dos animais entre o dia -190 até o dia do parto. As variáveis mensuradas foram: metabólitos sanguíneos para determinação da função hepática, consumo de matéria seca, escore de condição corporal, peso corporal, produção de leite e teores de gordura e proteína no leite. A concentração de AGNE foi maior nos animais da raça Gir Leiteiro durante o período pré-parto, assim como para o tratamento 1,69% do peso corporal em matéria seca na semana anterior ao parto. A concentração de beta-hidroxibutirato foi maior para o plano nutricional 1,89% na semana que antecedeu o parto. As proteínas de fase aguda negativas paraoxonase e albumina tenderam a apresentar concentrações inferiores nos animais Gir Leiteiro durante o pré-parto. Vacas submetidas ao plano nutricional 1,69% tenderam a consumir mais a dieta durante o pré-parto do que as vacas submetidas ao plano nutricional 1,89%. Os animais da raça Holandesa tiveram menores concentrações de cálcio sanguíneo na primeira semana de lactação, além de produzirem mais leite que os demais grupos genéticos. Os animais Girolando apresentaram os maiores valores de escore de condição corporal e peso corporal durante todo o período experimental. Vacas das três composições raciais perderam condição corporal após o parto. Vacas da raça Holandesa foram as que mais consumiram a dieta no pós-parto, enquanto que vacas Gir Leiteiro foram as que consumiram a menor quantidade. Os planos nutricionais de 1,69 e 1,89% modificaram o consumo dos animais apenas no pré-parto, sem influência sobre o metabolismo hepático. Os animais Gir Leiteiro produziram menos leite, tiveram menor consumo de matéria seca e foram mais suscetíveis a apresentarem estado inflamatório, considerando-se as proteínas de fase aguda como marcadores hepáticos dessa condição fisiológica.

Palavras-chave: consumo de matéria seca, condição corporal, vacas leiteiras, metabolismo hepático

¹Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil (74p.), abril de 2020.

EFFECT OF NUTRITIONAL PLANS ON THE INTAKE AND HEPATIC METABOLISM IN DAIRY COWS OF DIFFERENT RACIAL COMPOSITIONS DURING THE TRANSITION PERIOD²

Author: Zoot. Isabelle Damé Veber Angelo

Advisor: PhD Vivian Fischer

Abstract: This study aimed to evaluate the influence of two different nutritional plans on the intake and liver metabolism of dairy cows of different racial compositions during the transition period. 36 primiparous cows were used, 12 Holstein, 12 Gyr and 12 Gyrolando F1 ($\frac{1}{2}$ Holstein $\frac{1}{2}$ Gyr) during the transition period (three weeks pre-calving and three weeks post-calving). Each genetic group was randomly divided into two treatments: Nutritional plan offering 1.69% of body weight in dry matter and nutritional plan providing 1.89% of body weight in dry matter. The diets offered, respectively, 100 and 132% of the daily energy demand of the animals between day -190 until the day of calving. The variables measured were: blood metabolites to determine liver function, dry matter intake, body condition score, body weight, milk production and fat and protein content in milk. The NEFA concentration was higher in Gyr animals during the prepartum period, as well as for the treatment of 1.69% in the week before parturition. The concentration of BHB was higher for the nutritional plan of 1.89% in the week before parturition. The negative acute-phase proteins paraoxonase and albumin tended to present lower concentrations in Gyr animals during pre-calving. Cows submitted to the 1.69% nutritional plan tended to consume more food during the pre-calving than cows submitted to the 1.89% nutritional plan. Holstein animals had lower blood calcium concentrations in the first week of lactation, in addition to producing more milk than other genetic groups. Gyrolando animals had the highest values of body condition score and body weight in the experimental period. Cows of the three racial compositions lost body condition after calving. Holstein cows were the ones that consumed the most in postpartum, while Gyr cows were the ones that consumed the least amount. The nutritional plans of 1.69 and 1.89% changed the intake of animals only in the pre-partum period, without influencing the hepatic metabolism. Gyr animals produced less milk, had lower dry matter intake and were more susceptible to present inflammatory status, due to acute phase proteins are hepatic indicators of this physiological condition.

Keywords: dry matter intake, body condition, dairy cows, hepatic metabolism

²Master of Science dissertation in Animal Production, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil, (74p.) April, 2020.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	10
1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1. Período de transição em vacas leiteiras.....	13
2.2. Balanço energético negativo (BEN)	14
2.3. Escore de condição corporal (ECC)	15
2.4. Estratégias nutricionais no período de transição.....	16
2.5. Metabolismo hepático	17
2.6. Histórico e características das raças leiteiras.....	19
2.6.1. Raça Holandesa	19
2.6.2. Raça Gir Leiteiro	19
2.6.3. Raça Girolando	20
3. HIPÓTESES E OBJETIVOS	22
CAPÍTULO II	23
Influência de planos nutricionais sobre a atividade hepática e o consumo de vacas leiteiras de composições raciais distintas durante o período de transição	24
1. Introdução	25
2. Material e Métodos	27
3. Resultados	32
4. Discussão.....	33
5. Conclusão	38
Referências	39
CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
REFERÊNCIAS.....	54
APÊNDICES.....	58
Apêndice 1 – Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA)	59
Apêndice 2 – Normas utilizadas para a preparação do capítulo II	60
VITA	74

LISTA DE TABELA

CAPÍTULO II

Tabela 1 Composição química da TMR experimental fornecida no pré e no pós-parto a fêmeas bovinas leiteiras Holandesas, Gir Leiteiro e Girolando F1 durante o período de transição.....	47
Tabela 2 Valores de média e DP das variáveis peso corporal, ECC e idade de fêmeas bovinas leiteiras das raças Holandesa, Gir Leiteiro e Girolando F1 ao início do estudo.....	48
Tabela 3 Médias de peso corporal (PC), escore de condição corporal (ECC), consumo de matéria seca (CMS), produção de leite (PL) e teores de gordura e proteína de vacas de diferentes composições raciais alimentadas com 1,69% ou 1,89% do peso corporal de matéria seca durante o período de transição.....	49
Tabela 4 Médias de variáveis sanguíneas durante o pré e pós-parto de vacas leiteiras das raças Holandesa, Gir Leiteiro e Girolando recebendo dietas com 1,69% ou 1,89% do peso corporal de matéria seca.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

AGNE – Ácido Graxos Não Esterificados

ALB – Albumina

BEN – Balanço Energético Negativo

BHB – Beta-hidroxibutirato

CBG – Globulina ligadora do cortisol

CEUA – Comissão de Ética no Uso de Animais

CMS – Consumo de Matéria Seca

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

DP – Desvio Padrão

EB – Energia Bruta

ECC – Escore de Condição Corporal

EE – Extrato Etéreo

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EPM – Erro Padrão da Média

FDA – Fibra em Detergente Ácido

FDN – Fibra em Detergente Neutro

G – Grupo Genético

GH – Girolando F1

GL – Gir Leiteiro

H - Holandesa

HP – Haptoglobina

IGF-1 – Fator de Crescimento Semelhante à Insulina

MS – Matéria Seca

N – Plano Nutricional

NRC – Nutrient Requirements of Dairy Cattle

NUPEEC – Núcleo de Pesquisa, Ensino e Extensão em Pecuária

NUPLAC – Núcleo de Pesquisa em Pecuária Leiteira e Comportamento Animal

PB – Proteína Bruta

PC – Peso Corporal

PFA – Proteínas de Fase Aguda

PL – Produção de Leite

PN – Plano Nutricional

PON1 – Paraoxonase

RBP – Proteína ligadora do retinol

RFID – Identificação por Radiofrequência

TMR – Dieta Totalmente Misturada

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

O período de transição em vacas leiteiras é estabelecido entre os 21 dias antes e 21 dias após o parto. É durante essa fase, também denominada fase inflamatória, que os animais apresentam maior predisposição a desenvolverem eventuais distúrbios metabólicos ou doenças infecciosas. Essa maior susceptibilidade se deve à grande demanda de energia e nutrientes que os animais precisam para a produção de leite e à diminuição do consumo de matéria seca. O resultado disso é o balanço energético negativo, o que provoca mobilização de reservas corporais, ocasionando a diminuição do escore de condição corporal, falhas reprodutivas e depressão do sistema imunológico.

É comum propriedades leiteiras terem grandes prejuízos econômicos em decorrência de problemas observados durante o período de transição. Estima-se que na Nova Zelândia os custos com falhas no manejo ou na nutrição de vacas leiteiras durante o período de transição podem chegar a 1 bilhão de dólares por ano às indústrias lácteas locais. A adoção de dietas específicas na alimentação de animais, tanto em confinamento quanto a pasto, durante as três semanas que antecedem o parto vem sendo abordada por diversos autores na literatura. O intuito é suprir as necessidades energéticas desses animais, assim diminuindo os efeitos do balanço energético negativo sobre a incidência de transtornos metabólicos. Mesmo com o grande investimento da pesquisa em estudos voltados a estratégias nutricionais que visam amenizar os problemas recorrentes nessa fase, os desafios observados durante o período de transição ainda persistem.

Salienta-se também que a maior parte das informações conhecidas graças a estudos anteriores foram obtidas a partir de experimentação com animais da raça Holandesa. Há ainda pouca informação sobre a curva de consumo de matéria seca no pré-parto em vacas alimentadas com dietas com alta quantidade de volumoso para raças Gir Leiteiro e Girolando em confinamento. Conhecer essas raças se mostra fundamental, visto a preferência por parte de produtores de leite brasileiros em criá-las, devido à sua capacidade produtiva e grande adaptabilidade às regiões de clima tropical, predominantes no país. Portanto, são necessários estudos que indiquem qual a relação do período de transição com doenças metabólicas e com ocorrência de processo inflamatório, e se é a mesma observada nos animais da raça Holandesa.

Estudos prévios associam o período de transição a desafios metabólicos desses animais. Vacas durante esta fase exibem resposta inflamatória relacionada à prenhez e à lactação, mesmo sem sinais de infecções microbianas e/ou outras patologias. O aumento do estresse metabólico pode ser desencadeado, comprometendo assim as defesas imunológicas do animal. Conseqüentemente, o fígado causa alteração na síntese de alguns metabólitos, incluindo as proteínas de fase aguda (PFA), marcadores utilizados para determinação do estado inflamatório dos animais.

Existe uma correlação clara entre ocorrência de doenças, inflamação e estresse metabólico, o que exige uma abordagem investigativa adequada para se descobrir a possível relação de causa e efeito entre esses fatores, assim como obter-se parâmetros que forneçam prognósticos úteis do estado de saúde das vacas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O intenso melhoramento genético feito em sistemas de produção de leite nas últimas décadas ocasionou drástico crescimento na produtividade individual de vacas leiteiras, o que por consequência aumentou a produção de leite como um todo em diversos países. Em decorrência dessa seleção genética, o padrão racial das principais linhagens de bovinos leiteiros hoje é caracterizado por animais altamente produtivos, porém que perdem em rusticidade (SAMPAIO et al., 2010).

No Brasil, melhoristas vêm há anos realizando cruzamentos entre raças europeias, mais produtivas, e raças zebuínas, mais rústicas e mais adaptadas ao clima tropical, como estratégia para diminuir incidências de doenças em vacas leiteiras. O resultado disso é que hoje mais de 50% do rebanho leiteiro nacional é composto por gado Girolando, cruzado de Holandês com Gir Leiteiro, em diferentes graduações sanguíneas (SILVA et al., 2019). Contudo, alguns momentos específicos de suas vidas produtivas são determinantes para uma boa eficiência econômica de uma propriedade leiteira, visto que nesses períodos os organismos desses animais ficam mais suscetíveis a desenvolverem eventuais doenças.

2.1. Período de transição em vacas leiteiras

O período de transição é definido como o período entre as três semanas antes do parto e as três semanas após o parto, e é caracterizado por alterações fisiológicas e imunológicas significativas conforme a vaca passa do estado gestacional não lactante para o início da lactação (GRUMMER, 1995). É durante esta fase que ocorre a maioria das doenças metabólicas (hipocalcemia, laminite, cetose, retenção de placenta e deslocamento de abomaso, por exemplo) e das doenças infecciosas (mastite e metrite, por exemplo) (BERTONI e TREVISI, 2013).

Durante esse período, mais especificamente nos dias que precedem o parto, os animais tendem a diminuir seu consumo de matéria seca (CMS). Esta redução no consumo pode ser relacionada à restrição de espaço físico do trato gastrointestinal em decorrência do crescimento fetal ou ao aumento da atividade de hormônios esteroides, como o estrógeno, cuja secreção aumenta conforme a atividade luteal diminui, e o cortisol, secretado pelo feto para sinalizar o início do processo de parto (INGVARTSEN e ANDERSEN, 2000). Subsequentemente, as necessidades

energéticas aumentam devido ao início da lactação. Como consequência, o organismo do animal entra em balanço energético negativo (BEN), promovendo a mobilização das reservas corporais para destinar nutrientes à lactogênese.

2.2. Balanço energético negativo (BEN)

O balanço energético negativo ocorre quando a necessidade energética da vaca para produção de leite e para manutenção é superior à obtida via alimentação devido à diminuição do consumo. A produção de leite exige grandes quantidades de carboidratos para a síntese de lactose, o que ocasiona na demanda de praticamente toda glicose disponível no organismo pela glândula mamária. Por consequência, dá-se início à degradação do tecido lipídico, modificando seu metabolismo, para que haja disponibilidade suficiente de energia para as demais funções (OVERTON e WALDRON, 2004).

A gordura corporal é armazenada na forma de moléculas de triacilgliceróis, as quais quando mobilizadas são clivadas por enzimas lipase hormônio sensíveis em ácidos graxos não esterificados (AGNE). Os AGNE então são transportados pela albumina através da corrente sanguínea e podem ser utilizados como fonte de energia, além de regularem a lipólise através de *feedbacks* negativos (SORDILLO e RAPHAEL, 2013).

Vacas de leite se adaptam ao balanço energético negativo de forma bem-sucedida, desde que o mecanismo de controle da lipólise esteja regulado e as concentrações de AGNE circulantes sejam limitadas à capacidade do organismo de metabolizá-las. Alta incidência de AGNE no sangue pode interferir nas reações de *feedbacks* e modificar a mobilização lipídica (OVERTON e WALDRON, 2004), assim como impactar de forma negativa a função hepática.

Os AGNE quando chegam aos hepatócitos podem ser β -oxidados para gerar energia nas mitocôndrias, ou convertidos em produtos intermediários do metabolismo de ácidos graxos, os denominados corpos cetônicos. Dentre os principais, estão o β -hidroxibutirato (BHB), o acetoacetato e a acetona, os quais são liberados na corrente sanguínea e podem ser usados como substratos energéticos, especialmente nos músculos e tecidos nervosos, ou reconvertidos em ácidos graxos e re-esterificados em triacilgliceróis, que se depositam no fígado. Acúmulo em excesso de triacilgliceróis no fígado causa quadros de esteatose hepática e reduz o processo de

gliconeogênese, o que resulta em déficit energético e, por consequência, menor produção de glicose para a produção de leite (KUHILA et al., 2016). Ainda, a alta concentração de corpos cetônicos circulantes pode resultar em cetose clínica ou subclínica (DRACKLEY; OVERTON; DOUGLAS, 2001).

2.3. Escore de condição corporal (ECC)

A mobilização lipídica pode variar dependendo do escore de condição corporal (ECC) em que o animal se encontra. Vacas obesas apresentam maiores concentrações de AGNE e BHB circulantes no plasma sanguíneo quando comparadas às classificadas com ECC mais baixos. Isso acarreta em maior sensibilidade a doenças metabólicas como esteatose hepática, hipocalcemia, cetose e deslocamento de abomaso (ROCHE et al., 2013; MANZOOR et al., 2018).

A perda abrupta de condição corporal também afeta negativamente os animais em início de lactação. Kim e Suh (2003) observaram que os animais com alta perda de condição corporal (acima de um ponto na escala de 1 a 5) no primeiro mês pós-parto se recuperaram de forma mais lenta durante o período seguinte da lactação quando comparados aos animais com perda moderada de ECC. Portanto, o grupo com maior perda de condição corporal sofreu um maior déficit energético durante o pré-parto e o início da lactação, o que pode ter relação com a ocorrência de doenças no pós-parto, alteração em parâmetros metabólicos e diminuição da performance reprodutiva.

A alta demanda de glicose de vacas leiteiras, juntamente com menor consumo de matéria seca, acarreta em mobilização das reservas corporais, as quais variam conforme o ECC dos animais. Vacas mais gordas mobilizam mais gordura corporal, enquanto que vacas mais magras retiram gordura e aminoácidos da dieta ou da quebra de proteínas dos músculos esqueléticos, o que resulta em maior produção de glicose durante as primeiras semanas de lactação (KOKKONEN et al., 2005). Ainda, vacas com ECC baixo mantêm a concentração de glicose constante por mais tempo depois do parto, enquanto que, em animais com ECC moderado a alto, este período é mais curto (SINGH et al., 2009).

2.4. Estratégias nutricionais no período de transição

O declínio de consumo de matéria seca pode depender do grupo genético ao qual o animal pertence ou dos níveis de energia ofertada, o que influencia na quantidade e velocidade de mobilização das reservas corporais (DRACKLEY e CARDOSO, 2014; AKBAR et al., 2015).

Trabalhos previamente publicados (BLOCK, 2010; ROCHE et al., 2013) abordam os benefícios em se aumentar a ingestão de alimento nas últimas semanas pré-parto. Os autores afirmam que esse acréscimo na alimentação adaptaria os animais às dietas com alta quantidade de concentrado que serão ofertadas posteriormente durante a lactação, diminuindo, conseqüentemente, a incidência de doenças no período de transição, principalmente as metabólicas.

Porém, outros estudos apontam que o excesso de energia em relação às exigências dos animais durante o período seco pode diminuir o consumo no pós-parto. Limitar a ingestão de energia no pré-parto pode, inclusive, melhorar a saúde e a função hepática de vacas no pós-parto (GRUM et al., 1996; RUKKWAMSU; WENSING; GEELEN, 1998; RUKKWAMSUK; KRUIP; WENSING, 1999; DANN et al., 2006; DOUGLAS et al., 2006; JANOVICK & DRACKLEY, 2010). A rápida fermentação do amido, coincidente com a mobilização de AGNE, pode diminuir o consumo de acordo com a teoria da oxidação hepática. (ALLEN; BRADFORD; OBA, 2009).

Ji et al. (2012) em estudo utilizando animais da raça Holandesa demonstram que o excesso de energia fornecida durante o pré-parto levou à deposição de gordura nos tecidos adiposos visceral e subcutâneo em diferentes velocidades. O excesso de energia desencadeou a ativação de respostas inflamatórias apenas no tecido adiposo visceral, e não no subcutâneo. Deduz-se a partir desse estudo que vacas que não apresentam aumento visual na deposição de gordura (avaliação através do Escore de Condição Corporal) podem estar suscetíveis a respostas inflamatórias acentuadas.

Em contrapartida, estimular o aumento no consumo de matéria seca já desde o pré-parto se mostra extremamente importante, visto que isso causará o maior consumo nas primeiras quatro semanas pós o parto, o que pode reduzir o balanço energético negativo (ROCHE et al., 2013; GRUBER et al., 2014). Segundo diversos autores (BUTLER et al., 2011; JANOVICK; BOISCLAIR; DRACKLEY, 2011; VICKERS et al., 2012; Ji et al., 2012), animais que recebem altas quantidades de volumoso

durante o pré-parto tendem a apresentar menos casos de doenças metabólicas como a cetose.

Apesar das divergências nos estudos realizados sobre a limitação, ou não, do consumo energético durante o período de transição, é unânime a afirmação dos autores acerca da importância de se suprir as exigências nutricionais de vacas durante a transição, sem excedê-las (DRACKLEY, 2007). Diminuir a ingestão de energia no pré-parto, porém ajustando-a para suprir as exigências nutricionais, reduz as concentrações plasmáticas de AGNE e BHB e incentiva o consumo de matéria seca durante o início da lactação (DRACKLEY e CARDOSO, 2014).

2.5. Metabolismo hepático

Quanto a desafios imunológicos que podem ser associados a esta fase, vacas durante o período de transição exibem resposta inflamatória relacionada à prenhez e à lactação (SORDILLO; CONTRERAS, AITKEN, 2009). Mesmo sem sinais de infecções microbianas e/ou outras patologias (BIONAZ et al., 2007; BERTONI et al., 2008), o aumento do estresse metabólico pode ser desencadeado, comprometendo assim as defesas imunológicas do hospedeiro. Conseqüentemente, o fígado altera a síntese de alguns metabólitos, incluindo as proteínas de fase aguda (PFA) (TREVISI et al., 2012) classificadas como positivas (+ PFA), por exemplo a haptoglobina (HP) ou negativas (- PFA), como a paraoxonase (PON1) e a albumina (ALB).

O processo inflamatório não é importante apenas na ocorrência de doenças sintomáticas (clínicas). Quadros subclínicos também podem ser originados a partir deste problema (BERTONI et al., 2008). Os efeitos subclínicos da inflamação podem tornar-se particularmente importantes no período de transição porque afetam negativamente outros eventos fisiológicos e metabólicos que ocorrem concomitantemente, como a diminuição do consumo, aumento da lipomobilização, comprometimento da função hepática e aumento dos gastos com energia (TREVISI et al., 2010). Além disso, inflamações subclínicas podem ter efeitos adversos no metabolismo animal, resultando em maiores riscos de ocorrência de cetose e acúmulo de gordura no fígado (BERTONI et al., 2006). Em razão disso, a utilização das variáveis sanguíneas associadas à inflamação pode ser uma ferramenta útil na obtenção do diagnóstico de causas primárias de problemas de saúde e mau

desempenho dos animais, não apenas no início da lactação, como também posteriormente.

De modo geral, os indicadores inflamatórios são principalmente as proteínas de fase aguda (PFA) de origem hepática. Estas proteínas são designadas como PFA positivas, incluindo a haptoglobina, a proteína-C reativa, a soro amiloide A, ceruloplasmina, dentre outras; ou PFA negativas, incluindo a albumina, a paraoxonase, a proteína ligadora do retinol (RBP), a globulina ligadora do cortisol (CBG), dentre outras. As concentrações séricas das PFA positivas são aumentadas, por um curto período, quando o fígado é ativado por citocinas pró-inflamatórias, enquanto que as concentrações séricas das PFA negativas decrescem (FLECK, 1989). No caso das PFA negativas, as mudanças nas concentrações séricas são geralmente de duração mais longa do que as alterações nas PFA positivas (BURKE, 2010).

Cappa et al. (1989) concluíram em seu trabalho que as mudanças nas concentrações séricas de PFA ocorrem com frequência ao redor do parto e por diversas razões, muitas delas subclínicas. Portanto, vale a pena determinar alterações nas concentrações de PFA no soro sanguíneo durante o periparto de vacas de leite.

A paraoxonase é uma enzima sintetizada principalmente no fígado, que funciona como neutralizadora de metabólitos oxidativos. Está ligada às lipoproteínas e parece protegê-las de danos oxidativos (BERTONI e TREVISI, 2013). As alterações nas concentrações séricas em relação ao parto são provavelmente influenciadas por fatores reguladores da síntese proteica hepática. Os valores séricos de paraoxonase estão próximos a 80 U/mL no parto; uma pequena redução ocorre após o parto (70-75 U/mL), seguido do aumento rápido para 90 a 100 U/mL entre a terceira e quarta semana de lactação (BIONAZ, et al., 2007).

Em vacas saudáveis, as concentrações séricas de albumina permanecem relativamente constantes no terço final da gestação (35-36 g/L), então apresentam um ligeiro aumento durante o início da lactação (36-37 g/L) (GRUMMER, 1993). A albumina é carreadora de vitaminas, hormônios, lipoproteínas e de algumas enzimas específicas, como a paraoxonase (Gruys et al., 2005), sendo essencial para a integridade metabólica do animal e, portanto, sua síntese é altamente mantida (TREVISI et al., 2011).

2.6. Histórico e características das raças leiteiras

2.6.1. Raça Holandesa

Não se sabe ao certo qual é a origem da raça holandesa. Acredita-se que esses animais foram domesticados há 2.000 anos na região de relevo plano e solo pantanoso da Holanda setentrional e da Frísia (Países Baixos). Segundo ilustrações antigas encontradas, podem ter tido como origem a Grécia (DUQUE; AZAMBUJA; DORNELAS, 2009).

Não existe um consenso para determinar a chegada destes animais ao Brasil. Segundo dados históricos referentes à colonização do Brasil pelos portugueses, presume-se que o gado holandês foi trazido entre os anos de 1530 e 1535, período em que o País foi dividido em capitanias hereditárias. O Herd-Book começou a atuar no ano de 1935, com o registro dos primeiros animais oriundos dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro (ABCBRH, 2018).

A raça Holandesa tornou-se símbolo da produção de leite mundial, visto que é a única raça considerada “cosmopolita” devido a sua presença na maior parte dos países que desenvolvem a atividade pecuária (DUQUE; AZAMBUJA; DORNELAS, 2009). Além disso, é a raça mais pesquisada e geneticamente melhorada, tornando-a, portanto, a que nos dias atuais apresenta maiores valores de produtividade leiteira (EMBRAPA, 2018).

Segundo a Associação Brasileira de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (ABCBRH, 2018), atualmente o rebanho brasileiro é composto de 2.200.000 fêmeas da raça Holandesa, sendo 50.000 fêmeas registradas por ano na associação e mais de 65.000 lactações de vacas em controle leiteiro oficial por ano.

A raça Holandesa é a raça leiteira base para diversos cruzamentos, sendo o mais famoso o Girolando, seu cruzamento com a raça Gir Leiteiro. Seu principal objetivo em um cruzamento é o aumento na produção leiteira, devido a sua alta aptidão genética para produzir grandes volumes de leite (EMBRAPA, 2018).

2.6.2. Raça Gir Leiteiro

Acredita-se que a Gir, oriunda da região indiana de Kathiavar, seja a raça

bovina mais antiga do planeta. Morfologicamente, sua antiguidade é demonstrada pela conformação de seu crânio, pois esta é a única raça bovina no mundo com chifres voltados para baixo e para trás e com crânio ultra convexo (DUQUE; AZAMBUJA; DORNELAS, 2009).

A raça foi introduzida no Brasil por volta de 1911, mas começou a popularizar-se após o fim da primeira guerra mundial. A partir dos anos 1930, atingiu grande valor econômico, sendo que os registros genealógicos demonstram que a Gir foi a principal raça leiteira no país até o final da década de 1960 (DUQUE; AZAMBUJA; DORNELAS, 2009). Em meados de 1960, selecionadores iniciaram um processo de segregação das fêmeas com aptidão leiteira devido à alta demanda pelos produtores. Com isso, dividiu-se a raça em linhagens para corte e leite (OLIVEIRA et al., 2007). Com o tempo, a preferência dos melhoristas de linhagens de corte migrou para a raça Nelore, o que por consequência levou a maioria dos criadores da raça Gir a se dedicarem apenas aos animais de padrão leiteiro.

Hoje, no Brasil, a raça Gir Leiteiro conta com um plantel total de 150.000 animais, sendo registradas 25.000 lactações por ano em controle leiteiro oficial em cerca de 600 fazendas concentradas, principalmente, nas regiões sudeste e centro-oeste do país (EMBRAPA, 2018).

Devido a sua origem de um país tropical, as regiões quentes do Brasil possibilitam à raça Gir Leiteiro expressar ao máximo seu potencial genético para produção de leite, já que a raça tem alta capacidade de se termorregular a altas temperaturas ambientais e de resistir a endo e ecto parasitas (EMBRAPA, 2018). Isso ocasionou em sua utilização para a criação da raça Girolando a partir do cruzamento com a raça Holandesa.

2.6.3. Raça Girolando

Acredita-se que a raça Girolando surgiu por volta das décadas de 1940 e 1950 no Vale do Paraíba, em São Paulo, quando ocorreu um cruzamento não intencional de um touro da raça Gir Leiteiro e vacas da raça Holandesa. Os produtores da época observaram com o tempo que os animais resultantes desse cruzamento apresentavam várias características de interesse, como a rusticidade, a precocidade e, principalmente, a produção de leite (GIROLANDO, 2020).

A partir de então, produtores de leite passaram a cruzar animais das duas raças

com maior frequência, difundindo essa prática para outras bacias leiteiras de regiões tropicais brasileiras. Despertando o interesse de pesquisadores e melhoristas devido a seus resultados satisfatórios, começou-se o desenvolvimento de técnicas para selecionar os melhores animais com o intuito de ampliar o desempenho zootécnico do cruzamento. O sucesso deve-se, principalmente, pela raça Girolando apresentar as principais características de suas raças formadoras, herdando a adaptação e rusticidade do gado Gir Leiteiro e a alta produção de leite do gado Holandês (GIROLANDO, 2020).

Estima-se que cerca de 50% do rebanho leiteiro nacional hoje seja composto por animais obtidos a partir de cruzamentos entre Gir e Holandês, em diferentes graduações sanguíneas, e que 80% da produção de leite no país seja oriunda desses animais (SILVA et al., 2019). O rebanho atual é estimado pela Associação Brasileira de Criadores de Girolando (2020) em 1.700.000 de fêmeas, sendo destas 55.000 registradas por ano e 17.000 lactações em controle leiteiro oficial por ano.

Devido ao clima no Rio Grande do Sul ser considerado temperado, a utilização de animais leiteiros com genética zebuína nesse estado não se justifica, visto que sua principal vantagem é a tolerância às altas temperaturas durante todo o ano, observadas apenas em regiões tropicais. Portanto, no RS, a utilização de raças europeias, como Holandesa e Jersey, adaptadas a regiões de temperaturas mais amenas a frias, é preconizada. Contudo, conhecer as especificidades das principais raças criadas no Brasil é importante para o avanço da ciência nacional como um todo, levando-se em conta o impacto do setor leiteiro no agronegócio brasileiro.

3. HIPÓTESES E OBJETIVOS

As hipóteses deste estudo são:

O aumento da oferta de alimento para vacas das raças Holandesa, Gir Leiteiro e Girolando F1 ($\frac{1}{2}$ Holandesa $\frac{1}{2}$ Gir Leiteiro) durante o pré-parto diminui o consumo de matéria seca no periparto.

O fornecimento de uma dieta que excede a necessidade energética de vacas leiteiras durante o pré-parto altera o metabolismo hepático durante o período de transição de forma distinta entre os grupos genéticos.

O objetivo foi:

Avaliar a influência de planos nutricionais e de grupos raciais diferentes sobre o consumo e o metabolismo hepático de vacas leiteiras durante o período de transição.

CAPÍTULO II

Influência de planos nutricionais sobre o metabolismo hepático e o consumo de vacas leiteiras de composições raciais distintas durante o período de transição³

RESUMO: Neste estudo objetivou-se avaliar o efeito de dois planos nutricionais sobre o consumo e o metabolismo hepático de vacas leiteiras de composições raciais distintas durante o período de transição. Utilizaram-se 12 vacas primíparas da raça Holandesa, 12 Gir Leiteiro e 12 Girolando F1 ($\frac{1}{2}$ Holandesa $\frac{1}{2}$ Gir Leiteiro), totalizando 36 animais, durante o periparto (três semanas pré-parto e três semanas pós-parto). Os grupos genéticos foram divididos de forma aleatória em dois tratamentos: Plano nutricional em que se ofertou 1,69% do peso corporal de matéria seca (PN1,69) e plano nutricional com oferta de 1,89% do peso corporal de matéria seca (PN1,89). As dietas ofertavam 100 e 132% da necessidade de energia diária dos animais, respectivamente, e foram ministradas entre o dia 190 da gestação até o parto. Consideraram-se para o estudo variáveis correspondentes a metabólitos sanguíneos, visando indicar o funcionamento hepático, consumo de matéria seca, escore de condição corporal, peso corporal, produção de leite e teores de gordura e proteína no leite. A concentração de AGNE mostrou-se superior nas vacas Gir Leiteiro durante o período pré-parto, e nas vacas submetidas ao PN1,69 na semana anterior ao parto. O BHB foi maior nas vacas submetidas ao PN1,89 na semana anterior ao parto. As proteínas de fase aguda negativas avaliadas, paraoxonase e albumina, apresentaram tendência a valores mais baixos nos animais Gir Leiteiro durante o período pré-parto. Os animais no PN1,69 tenderam a consumir maiores quantidades de alimento comparando-se com os animais no PN1,89 durante o pré-parto. Vacas Holandesas

³Este capítulo é apresentado conforme as normas de publicação da *The Veterinary Journal*
Fator de impacto: 1.919
Fator de impacto (5 anos): 2.174
Website: <https://www.journals.elsevier.com/the-veterinary-journal>

produziram mais leite que os demais grupos, inclusive apresentando menores concentrações de cálcio sanguíneo na primeira semana de lactação. As vacas Girolando tiveram o maior escore de condição corporal e peso corporal durante todo o período experimental. Todos os animais experimentais perderam condição corporal após o parto. Os animais da raça Holandesa consumiram mais alimento nas primeiras semanas de lactação, enquanto que os Gir Leiteiro consumiram menores quantidades. As concentrações de alguns metabólitos sanguíneos, como AGNE, PON1 e ALB, durante o período de transição diferiram entre os grupos genéticos, assim como os valores de consumo de matéria seca e escore de condição corporal, sendo os animais Gir Leiteiro os que apresentaram menores concentrações para essas variáveis. Os PN 1,69 e 1,89 ofertados no pré-parto modificaram o consumo das vacas apenas neste mesmo período, sem influenciar em seu metabolismo hepático. Os animais Gir Leiteiro tiveram menor produção de leite, menor consumo alimentar e maior susceptibilidade a ocorrência de inflamação, devido às menores concentrações de proteínas de fase aguda negativas encontradas nesses animais.

Palavras-chave: consumo, escore de condição corporal, Holandês, Gir Leiteiro, Girolando, atividade hepática

1. Introdução

O período de transição é considerado uma fase extremamente desafiadora ao metabolismo de vacas leiteiras, visto que os animais se tornam mais suscetíveis ao desenvolvimento de distúrbios e doenças (Goff e Horst, 1997; Trevisi et al., 2012). O balanço energético negativo (BEN), decorrente da diminuição do consumo e do aumento da demanda energética durante esse período, ocasiona uma maior

mobilização lipídica, levando à redução da condição corporal e a deficiências reprodutivas e imunológicas (Montagner et al., 2017).

O emprego de dietas específicas durante o pré-parto visa atender às demandas energéticas sem, contudo, extrapolar a necessidade diária do animal. Por consequência, os efeitos do BEN podem ser amenizados e os transtornos metabólicos evitados (Dann et al., 2006; Drackley, 2007; Ji et al., 2012). Já dietas em que a energia ofertada no pré-parto é maior do que a demanda do animal podem diminuir o consumo no pós-parto, prejudicando seu status de saúde (Janovick e Drackley, 2010).

Durante o período de transição, os animais apresentam maior predisposição à incidência de transtornos metabólicos, devido aos desafios relacionados ao final da gestação e ao início da lactação (Sordillo et al., 2009). Em resposta, o fígado altera a síntese de alguns metabólitos, dentre eles as proteínas de fase aguda (PFA), marcadores utilizados para determinar estado inflamatório. Mudanças nesses fatores do metabolismo hepático estão relacionadas à incidência de doenças, tanto de natureza clínica quanto subclínica. Portanto, observar as alterações dessas variáveis pode fornecer prognósticos úteis quanto à saúde desses animais durante esse período (Trevisi et al., 2012).

São poucas as informações acerca da influência do consumo sobre o metabolismo no período de transição em vacas de raças zebuínas e cruzadas (Laguna et al., 2017). Em trabalho prévio, a lipomobilização mostrou-se mais acentuada em animais Girolando F1 quando comparada a animais Gir Leiteiro (Lage et al., 2015). Ainda, vacas Girolando F1 demonstraram maior habilidade em aumentar sua condição corporal no pós-parto quando em comparação às Holandesas (Franzoni et al., 2018). Não se sabe ao certo se as proteínas de fase aguda respondem da mesma forma entre animais de diferentes grupos genéticos durante o período de transição, o que

requer investigação.

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência de planos nutricionais sobre o consumo e metabolismo hepático de vacas leiteiras pertencentes a três grupos genéticos distintos (Holandês, Gir Leiteiro e Girolando) durante o período de transição.

2. Material e Métodos

Descrição do local, animais e manejo

O estudo foi realizado no Laboratório de Bioenergética da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), no Pólo Multi-uso de Pecuária de Bioeficiência e Sustentabilidade da Embrapa Gado de Leite, em Coronel Pacheco, Minas Gerais. Todos os procedimentos de cuidados e manuseio dos animais foram aprovados pelo Comitê Embrapa de Cuidado e Uso de Animais de Gado Leiteiro (Juiz de Fora, MG, Brasil; Protocolo CEUA-EGL 25/2015). O presente trabalho analisou amostras sanguíneas coletadas dos animais experimentais utilizados por Stivanin (2018) e Vizzotto (2018).

Em um breve relato, foram utilizadas 36 novilhas, 12 da composição racial Holandesa, 12 da composição racial Gir Leiteiro e 12 Girolando F1 ($\frac{1}{2}$ Gir Leiteiro $\frac{1}{2}$ Holandesa) durante três semanas antes do parto até três semanas pós-parto.

Os animais foram confinados em sistema *free-stall*, equipado com alimentadores eletrônicos (AF-1000 Master Portão, Intergado Ltd., Contagem, MG, Brasil), além de bebedouros eletrônicos (WD-1000, Intergado Ltd., Contagem, Minas Gerais, Brasil). Os comedouros e bebedouros foram conectados a antenas de identificação por radiofrequência (RFID) que monitoraram a ingestão individual de alimento e água (Chizzotti et al., 2015). As vacas foram equipadas com um marcador auricular contendo um transponder passivo único (FDX - ISO 11784/11785; Allflex,

Joinville, SC, Brasil) na orelha direita, e cada comedouro foi aleatoriamente designado para uma única vaca.

As novilhas (doze de cada composição racial) foram aleatoriamente distribuídas nos dois planos nutricionais (1,69 ou 1,89% do peso corporal de matéria seca) e receberam dietas com composições semelhantes (Tabela 1). Do momento da confirmação da prenhez até os 190 dias de gestação, a dieta basal foi fornecida na quantidade equivalente a 1,26 e 1,89% do peso corporal (PC). A partir dos 190 dias de gestação até a data do parto, a oferta 1,26% do PC foi aumentada para 1,69% do PC. Os valores (média \pm DP) referentes a PC, ECC e idade dos animais ao início do estudo estão representados na Tabela 2.

Os níveis de consumo 1,69 e 1,89% do PC foram calculados para atender, respectivamente, 100% e 132% das exigências diárias de energia metabolizável na dieta pré-parto para a raça Holandesa (NRC, 2001). Semanalmente, as quantidades da Dieta Totalmente Misturada (TMR) foram ajustadas. A dieta basal apresentou relação volumoso:concentrado de 82:18, sendo o volumoso composto por 54,4% de silagem de milho e 45,6% de silagem de sorgo, e o concentrado por 64,7% de grão de milho moído, 31,3% de farelo de soja, 3,2% de sal mineral Lactage Gold® (Guabi, Sales Oliveira, São Paulo) e 0,7% de calcário.

Logo após o parto, todas as novilhas receberam drench energético-mineral contendo 30 g de cloreto de potássio, 255 g de cloreto de sódio, 15 g de cloreto de cálcio, 300 mL de propilenoglicol e 30 L de água, utilizando sonda oroesofágica.

Durante os primeiros 21 dias após o parto, as vacas receberam dietas semelhantes *ad libitum* (permitindo 5 a 10% de sobras) (Tabela 1). A dieta foi fornecida após cada ordenha, às 9h e às 17h, e foi calculada para atender às exigências nutricionais considerando produção de 25 kg de leite com 3,6% de gordura (NRC,

2001).

Consumo de matéria seca (CMS), escore de condição corporal (ECC) e peso corporal (PC)

O CMS foi avaliado de forma contínua por meio de comedouros automáticos e que monitoraram a ingestão individual (Chizzotti et al., 2015). As amostras da TMR, de cada ingrediente e das sobras, foram semanalmente coletadas, pesadas, secadas em estufa de ventilação forçada e moídas (1 mm). Posteriormente, determinaram-se os teores de MS em estufa a 105°C (AOAC, 1995; método 934.01), cinzas (AOAC, 1995; método 942.05), proteína bruta (PB) pelo método Kjeldahl (AOAC, 1995; método 984.13), extrato etéreo (EE) (AOAC, 1995; método 920.39), energia bruta (EB) por combustão em bomba calorimétrica adiabática - marca IKA® WERKE /modelo C-5000 ADI, Control, (AOAC, 1995), fibra em detergente neutro (FDN) pelo método sequencial de Van Soest et al. (1981), adaptado para as condições do aparelho ANKOM220, Fiber Analyzer (Ankom Technology, Fairport, NY), com adição de 500 µL/g MS de amilase, sem uso de sulfito de sódio e corrigido para cinzas residuais (MERTENS, 2002), e fibra em detergente ácido (FDA) (AOAC, 1995; método 973.18).

O PC foi avaliado por meio de balanças eletrônicas automáticas (Intergado®, MG, Brasil), as quais foram instaladas no acesso aos bebedouros de forma que em todas as visitas ao bebedouro o peso corporal foi mensurado, e a média aritmética foi utilizada para obtenção do peso corporal de cada animal nos dias de avaliação. O ECC foi avaliado semanalmente durante o período pré-parto, no dia do parto e nos dias 2, 4, 7, 14 e 21 após parto, por dois avaliadores previamente treinados, seguindo a escala de 1 a 5 (Edmonson et al., 1989).

Coletas de leite e análises físico-químicas

Os animais foram ordenhados duas vezes ao dia (às 7h30min e às 16h30min) em sala de ordenha tipo espinha de peixe (2x4) equipada com unidade de controle MPC 580/680 e sistema automático de remoção de clusters (DeLaval, Tumba, Suécia). Os dados de produção de leite (PL) do 1º ao 21º dias após o parto foram obtidos pelo software Alpro (DeLaval, Tumba, Suécia). Amostras de leite de cada vaca foram coletadas nas ordenhas da manhã e tarde, do 5º até o 21º dia de lactação, a cada dois dias, para obtenção de uma amostra composta diária de cada animal.

Para análise de composição química foi realizada uma coleta de leite semanal e enviada refrigerada a 5°C para o Laboratório de Qualidade do Leite da Embrapa Gado de Leite. Os teores de gordura e proteína foram determinados por espectrofotometria infravermelho (Bentley FTS, Bentley Instruments, Chaska, MN).

Coletas de sangue e análises

Nas semanas -2 e -1 pré-parto e nas semanas +1 e +3 pós-parto foram coletadas amostras de sangue por punção da veia coccígea às 8h, antes da distribuição da dieta. Amostras de 5 mL de sangue foram colocadas em tubos vacutainers (Vacutainer; Becton, Dickinson and Company) sem anticoagulante, para determinação de albumina, paraoxonase (PON1), beta-hidroxibutirato (BHB), ácidos graxos não esterificados (AGNE) e cálcio total. As amostras foram colocadas imediatamente em banho-maria, à temperatura ambiente por 30min e centrifugadas a 1.500 × g durante 10 min a temperatura de 22°C a 25°C. Após centrifugação, foi

aspirado o soro, o qual foi transferido para eppendorfs e armazenado a -20°C.

As análises de albumina e paraoxonase foram realizadas em quatro amostras por animal correspondendo às semanas -2, -1, +1 e +3, denominadas em relação ao parto.

A concentração de albumina foi determinada a partir de método colorimétrico em um equipamento bioquímico automatizado (Labmax Plenno, Labtest Diagnóstica S.A., Lagoa Santa, MG, Brasil) usando kits comerciais (Labtest Diagnóstica S.A.). A atividade arilesterase da PON1 foi quantificada no soro sanguíneo de acordo com o protocolo descrito por Browne et al., (2007) em espectrofotômetro através da redução da absorbância medida a 270nm.

A concentração de cálcio total foi determinada com kits analíticos Labtest Diagnostics (Lagoa Santa, Brazil). AGNE e BHB foram mensurados utilizando kits da Randox Laboratories Ltd. (London, United Kingdom).

Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3x2 (três grupos genéticos e duas ofertas de alimento no pré-parto), com seis tratamentos e seis repetições (animais) em cada tratamento. No entanto, no decorrer do experimento um animal de cada grupo genético foi retirado da análise por terem ficado doentes, enquanto que dois animais da raça Gir Leiteiro vieram a óbito. Isso totalizou um número amostral total de 31 animais que foram considerados para análise estatística.

Os dados foram analisados por análise de variância. A análise estatística considerou as composições raciais e os planos nutricionais a cada semana, além de

suas interações como efeitos fixos e o animal e o resíduo como efeitos aleatórios, utilizando o procedimento MIXED do SAS®, versão 9.4. O peso corporal e o ECC ao início do estudo foram incluídos no modelo como covariáveis. Considerou-se diferença significativa quando $P < 0,05$ e tendência se $0,05 < P < 0,10$.

3. Resultados

As variáveis ECC, PC, CMS, PL e concentração de proteína no leite diferiram ($P < 0,05$) entre as três composições raciais tanto no pré quanto no pós-parto (Tabela 3).

Os animais da raça Girolando foram os mais pesados e com maior ECC durante todo o período de transição. Os animais das três raças reduziram o ECC no pós-parto. As vacas Holandesas também apresentaram o maior consumo de matéria seca, exceto na semana +1 em que seu consumo não diferiu dos animais Girolando. Quanto aos animais Gir Leiteiro, estes apresentaram o menor consumo de matéria seca durante todo o período, e menor produção de leite na primeira semana de lactação (semana +1). A concentração de proteína no leite foi maior nos animais Girolando quando comparada aos outros dois grupos genéticos.

A dieta com 1,69% de matéria tendeu ($0,05 < P < 0,10$) a ser mais consumida pelos animais durante as semanas -2 e -1.

Não houve interação estatística significativa ($P < 0,10$) entre composição racial e plano nutricional para as variáveis sanguíneas analisadas (Tabela 4).

No período pré-parto, a concentração de AGNE foi superior nos animais da raça Gir Leiteiro comparados com os das outras raças em ambas as semanas ($P < 0,05$). Quanto aos planos alimentares, vacas submetidas ao PN1,69 apresentaram maiores valores de AGNE ($P < 0,05$), na semana -2 comparadas ao PN1,89. Na semana -1,

vacas submetidas ao PN1,89 tenderam ($0,05 < P < 0,10$) a apresentar maior valor de AGNE comparados com PN1,69.

A concentração de BHB foi mais alta nos animais no PN1,89 na semana -1 ($P < 0,05$) e tendeu a ser superior nos animais Gir e menor nos animais de raça Holandesa durante a mesma semana ($0,05 < P < 0,10$).

A concentração de paraoxonase tendeu ($0,05 < P < 0,10$) a ser maior para a raça Holandesa e menor para a Gir Leiteiro durante a semana -2. Por outro lado, a albumina tendeu ($0,05 < P < 0,10$) a apresentar valores superiores para os animais Girolando e inferiores para os Gir Leiteiro durante a semana -1.

Durante o pós-parto, vacas Holandesas apresentaram ($P < 0,05$) menor concentração de cálcio sanguíneo em relação às outras raças durante a semana +1. Na semana +3, vacas no PN1,89 tenderam ($0,05 < P < 0,10$) a apresentar maior concentração de cálcio comparadas com vacas no PN1,69. Durante o período pós-parto, 74% dos animais experimentais apresentaram quadro de hipocalcemia subclínica. Vacas das raças Holandesa e Girolando tenderam ($0,05 < P < 0,10$) a ter maiores valores de albumina na semana +1 comparadas às vacas Gir.

4. Discussão

O presente estudo descreve de forma comparativa o efeito do fornecimento de aportes nutricionais sobre o consumo e metabolismo de vacas Gir Leiteiro, Girolando F1 e Holandesas durante o período de transição, uma vez que as duas primeiras vêm assumindo importância crescente nas regiões tropicais. Evidenciou-se que os efeitos do fornecimento de dietas que atendiam 100 e 132 % das exigências energéticas não foram distintos entre as composições raciais. O grupo genético Girolando F1 apresentou o maior ECC durante todo o período. Porém, a lipomobilização, indicada

pelo AGNE circulante, foi superior nos animais Gir Leiteiro no pré-parto. As proteínas de fase aguda negativas diferiram entre grupos genéticos, sem sofrer influência dos planos nutricionais, sendo que as vacas Gir apresentaram as menores concentrações desses metabólitos.

A transição entre o final da gestação e o início da lactação em vacas leiteiras é um período de grandes mudanças metabólicas, imunológicas e comportamentais (Lange et al., 2016). Há autores que demonstram que modificar o plano alimentar para exceder a oferta de nutrientes além da exigência de vacas de raças de origem europeia durante o final da gestação reduz o consumo, promovendo o aumento de AGNE e corpos cetônicos circulantes, como o beta-hidroxibutirato (BHB) (Cardoso et al., 2013; Drackley e Cardoso, 2014). Em consequência, há o aumento da resposta inflamatória pelo organismo (Crookenden et al., 2017), principalmente através de alterações na síntese hepática (Trevisi et al., 2012).

Entre as limitações do presente estudo, destacam-se o ECC excessivo dos animais e o relativo baixo desafio metabólico. Neste estudo, foram utilizadas apenas vacas primíparas como animais experimentais. De modo geral, vacas primíparas não sofrem desafios metabólicos como as vacas múltíparas, visto que novilhas não são influenciadas pela lactação anterior e normalmente não possuem histórico de ocorrência de transtorno metabólico (Drackley et al., 2005). Ainda, vacas múltíparas produzem mais leite e passam por balanço energético negativo mais intenso do que as primíparas (Coffey et al., 2006). Todavia, existem fatores que podem tornar animais fisiologicamente menos desafiados mais sensíveis a estresses metabólicos, como por exemplo, aqueles com elevado ECC durante o período de transição (Bernabucci et al., 2005).

Os planos nutricionais ofertados aos animais experimentais durante o pré-parto possibilitaram um consumo médio de alimento de 1,3% e 1,2% do PC para os planos nutricionais 1,69 e 1,89, respectivamente. Esses níveis foram intermediários ao nível de 1,2% encontrado por Rotta et al. (2015) para manutenção de animais Girolando durante a gestação e ao nível de 1,4% determinado por Block et al. (2010) para vacas Holandesas nas semanas que antecedem o parto.

O aporte nutricional acima da necessidade diária do animal reduz o consumo de alimentos antes do parto (Akbar et al., 2015), acarretando o aumento da resistência do tecido adiposo à insulina, elevando os AGNE circulantes, o que causa saturação hepática, lipólise e maior produção de corpos cetônicos, cujo resultado final é um ciclo vicioso de mobilização de gordura e redução de consumo durante o periparto (Drackley e Cardoso, 2014; Roche et al., 2015). Os resultados encontrados nesse estudo concordam parcialmente com o descrito pelos autores acima, visto que houve tendência de maior consumo dos animais no pré-parto submetidos ao PN1,69 do que dos animais submetidos ao PN1,89. Entretanto, a oferta em excesso de nutrientes durante o pré-parto não modificou o consumo no pós-parto, o que não era esperado, visto que se presumia que o aumento da oferta de alimento diminuiria o consumo. A concentração de AGNE foi maior no tratamento PN1,89 na semana -1, concordando com a literatura mencionada, porém na semana -2 o resultado mostrou-se oposto ao esperado. Além disso, deve-se considerar o fato de que os animais utilizados no presente trabalho apresentavam escore de condição corporal acima do preconizado, o que pode ter interferido para os planos nutricionais não terem originado diferenças em algumas variáveis conforme o previsto. O escore de condição corporal influencia diretamente na lipomobilização, visto que animais obesos mobilizam mais do que animais mais magros (Manzoor et al., 2018). Segundo Oetzel e Goof (2008),

concentrações acima de 0,4 mmol/L de AGNE são indicativas de lipomobilização, sendo que em todas as avaliações do presente estudo se observaram valores superiores a este. No entanto, os animais em ambos os planos nutricionais não apresentaram quadro de cetose subclínica, visto que as concentrações de BHB mantiveram-se abaixo de 1,2 mM em todas as avaliações (Garro et al., 2014). Uma possibilidade a ser considerada é que os animais depositaram gordura no fígado na forma de triacilgliceróis re-esterificados, possivelmente ocasionando quadros de esteatose hepática. Contudo, para tal determinação seria necessária averiguação através de uma biópsia hepática, o que não foi realizado no presente estudo (Kuhla et al., 2016).

As vacas Gir Leiteiro apresentaram os menores valores dentre os grupos genéticos para as proteínas de fase aguda estudadas, paraoxonase e albumina, variando conforme a semana de avaliação. As PFA são consideradas marcadores de origem hepática para o estado inflamatório em que o animal se encontra (Trevisi et al., 2012). Os valores de AGNE e BHB no presente estudo foram os maiores nas vacas Gir Leiteiro dentre os três grupos genéticos durante o pré-parto. O CMS desses animais foi menor em relação aos demais grupos genéticos, e seu ECC foi superior ao recomendado para a raça, sendo ambos fatores considerados causas de lipomobilização em bovinos leiteiros (Overton e Waldron, 2004). Tothova et al. (2014) encontraram correlação positiva alta para proteínas de fase aguda e indicadores de lipomobilização, o que suporta a ideia de que pode haver associação entre inflamação subclínica e distúrbios metabólicos.

O ECC nos três grupos genéticos foi superior ao preconizado durante todo o período experimental, quando comparados com aqueles recomendados por Garnsworthy et al. (2006) para a raça Holandesa de 2,5 a 3,0 (escala de 1 a 5) para

animais com baixo mérito genético para produção de leite, e por Manzoor et al. (2018) de 3,5 a 4,0 (escala de 1 a 5) para animais cruzados no parto e 2,5 a 3,0 (escala de 1 a 5) com um mês de lactação. Em via de regra, animais obesos mobilizam mais gordura corporal do que animais mais magros logo antes do parto (Kokkonen et al., 2005), o que acarreta em maior incidência de transtornos metabólicos (Roche et al., 2013).

As vacas Gir Leiteiro e Girolando apresentaram ECC mais elevados em relação às vacas Holandesas. Animais taurinos apresentam maior deposição de gordura visceral, enquanto animais zebuínos depositam mais gordura subcutânea, o que explica parcialmente a diferença de ECC entre os grupos genéticos no pré-parto e a maior perda numérica em ECC nos animais Holandês durante o pós-parto, visto que a gordura visceral pode ser metabolizada mais rapidamente e em maiores quantidades do que a subcutânea (Thompson et al., 1983). Outro fator que explica as diferenças de ECC e sua variação numérica é a demanda nutricional relacionada à produção de leite, a qual foi superior nas vacas da raça Holandesa, intermediária nas Girolando e inferior nas vacas Gir Leiteiro.

Os menores valores de cálcio circulantes na semana +1 verificados nas vacas da raça Holandesa estão provavelmente relacionados à demanda de cálcio para a produção de leite (Goff, 2014). Apesar das diferenças de produção leiteira, os três grupos genéticos apresentaram quadro de hipocalcemia subclínica durante o pós-parto, visto que valores de cálcio circulantes se situaram entre 5,5 e 8,0 mg/dL (Goff, 2008).

As menores concentrações de proteína no leite das vacas da raça Holandesa comparadas às Girolando durante as duas semanas de avaliação após o parto provavelmente foram relacionadas à produção de leite mais alta das vacas

Holandesas, visto que um maior volume de leite produzido causa um efeito de diluição nos sólidos do leite, sendo a proteína um dos componentes afetados. A concentração de gordura foi maior nos animais Gir Leiteiro que foram submetidos ao PN1,89. Isso pode ter ocorrido devido à menor PL desse grupo genético, e por fatores genéticos, visto que animais zebuínos têm maior quantidade do alelo B-lactoglobulina, o que influencia na quantidade de gordura no leite (Bovenhuis et al., 1992).

O resultado para maior ECC nos animais Girolando F1 em comparação aos demais grupos genéticos concorda com o encontrado por Franzoni et al. (2018), que reportaram que vacas Girolando F1 direcionam seu metabolismo mais cedo após o parto para o ganho de peso quando comparados aos demais animais, porque o feedback negativo do IGF-1 sobre o hormônio do crescimento desestimula o uso da glicose pela glândula mamária, direcionando o metabolismo do animal para a deposição tecidual.

Os planos nutricionais de 1,69 e 1,89% do peso vivo em matéria seca ofertados durante o pré-parto modificaram o consumo dos animais apenas no pré-parto, sem influenciar na concentração das proteínas de fase aguda dos animais. Os animais Gir Leiteiro consumiram menos alimento, produziram menos leite e apresentaram menores concentrações de proteínas de fase aguda avaliadas quando comparados aos demais grupos genéticos.

5. Conclusão

A oferta de 132% de aporte energético durante o pré-parto reduziu o consumo de alimentos durante as duas últimas semanas antes do parto, sem diferenças entre as composições raciais. Entretanto, os planos nutricionais não influenciaram a concentração das proteínas de fase aguda.

Nas condições do estudo, os animais Gir leiteiro apresentaram menor consumo alimentar e produção de leite do que animais Girolando-F1 e da raça Holandesa, além de concentrações inferiores de proteínas de fase aguda negativas.

Declaração de conflito de interesse

Os autores declaram não terem nenhum tipo de conflito.

Agradecimento

Agradecemos ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) pelas bolsas de estudo e produtividade concedidas, à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Gado de Leite pela concessão dos animais, estrutura e colaboradores para a realização desse experimento e ao Núcleo de Pesquisa, Ensino e Extensão em Pecuária – Nupeec pela realização das análises.

Referências

- Akbar, H.T., Grala, M., Riboni, M.V., Cardoso, F.C., Verkerk, G., McGowan, J., Macdonald, K., Webster, J., Schutz, K., Meier, S., Matthews, L., Roche, J.R., Looor, J.J., 2015. Body condition score at calving affects systemic and hepatic transcriptome indicators of inflammation and nutrient metabolism in grazing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 98, 1019–1032. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2014-8584>.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC), 1995. *Official methods of analysis*, eighteenth ed., Arlington, AOAC International.

- Bernabucci, U., Ronchi, B., Lacetera, N., Nardone, A., 2005. Influence of body condition score on relationships between metabolic status and oxidative stress in periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 88, 2017-2026.
- Bertoni, G., Trevisi, E., Calamari, M., Bionaz, M., 2006. The inflammation could have a role in the liver lipidosis occurrence in dairy cows. In *Production Diseases in Farm Animals*. N. Joshi and T. Herdt, ed. Wageningen Academic Publisher, Wageningen, the Netherlands, 157-158. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72878-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72878-2).
- Bertoni, G., Trevisi, E., 2013. Use of the liver activity index and other metabolic variables in the assessment of metabolic health in dairy herds. *Vet Clin Food Anim.* 29, 413-431. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cvfa.2013.04.004>.
- Bovenhuis, H., Johan, A.M., Arendonk, V., Korver, S., 1992. Association between milk protein polymorphisms and milk production traits. *J. Dairy Sci.* 75, 2549-2559. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)78017-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)78017-5).
- Block, E. Transition cow research – What makes sense today? High Plains Dairy Conference 75, Amarillo, Texas. 2010.
- Browne, R.W., Koury, S.T., Marion, S., Wilding, G., Muti, P., Trevisan, M., 2007. Accuracy and biological variation of human serum paraoxonase 1 activity and polymorphism (Q192R) by kinetic enzyme assay. *Clin. Chem.* 53, 310-317. <https://doi.org/10.1373/clinchem.2006.074559>.
- Cardoso, F.C., LeBlanc, S.J., Murphy, M.R., Drackley, J.K., 2013. Prepartum nutritional strategy affects reproductive performance in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 96, 5859-5871. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6759>.
- Chizzotti, M.L., Machado, F.S., Valente, E.E.L. Pereira, L.G.R., Campos, M.M., Tomich, T.R., Coelho, S.G., Ribas, M.N., 2015. Technical note: Validation of a

- system for monitoring individual feeding behavior and individual feed intake in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 98, 3438–3442. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8925>.
- Coffey, M.P., Hickey, J., Brotherstone, S., 2006. Genetic aspects of growth of Holstein-Friesian dairy cows from birth to maturity. *J. Dairy Sci.* 89, 322-329. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72097-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72097-5).
- Crookenden, M.A., Walker, C.G., Heiser, A., Murray, A., Dukkupati, V.S.R., Kay, J.K., Meier, S., Moyes, K.M., Mitchell, M.D., Loor, J.J., Roche, J.R., 2017. Effects of precalving body condition and prepartum feeding level on gene expression in circulating neutrophils. *J. Dairy Sci.* 100, 2310–2322. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12105>.
- Dann, H.M., Litherland, N.B., Underwood, J.P., Bionaz, M., D'Angelo, A., McFadden, J.W., Drackley, J.K., 2006. Diets during far-off and close-up dry periods affect periparturient metabolism and lactation in multiparous cows. *J. Dairy Sci.* 89, 3563–3577. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72396-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72396-7).
- Drackley, J.K., Dann, H.M., Douglas, G.N., Guretzky, N.A.J., Litherland, N.B., Underwood, J.P., Loor, J.J., 2005. Physiological and pathological adaptations in dairy cows that may increase susceptibility to periparturient diseases and disorders. *Ital. J. Anim. Sci.* 4, 323-344. <https://doi.org/10.4081/ijas.2005.323>.
- Drackley, J.K., 2008. Steady as She Goes: Rethinking Dry Cow Nutrition. In: Mid-south ruminant nutrition conference, 2008, Arlington, Texas. Proceedings... Texas, [s.n.].
- Drackley, J.K., Cardoso, F.C., 2014. Prepartum and postpartum nutritional management to optimize fertility in high-yielding dairy cows in confined TMR systems. *Animal.* 8, 5-14. <https://doi.org/10.1017/S1751731114000731>.

- Edmonson, A., Lean, J., Weaver, I.J., Farver, L.D., Webster, T.G., 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72, 68–78. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(89\)79081-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79081-0).
- Franzoni, A.P.S., Gloria, J.R., Costa, A.L.B.S.A., Martins, R.A., Amaral, T.F., Azevedo, R.A., Campos, E.F., Coelho, S.G., 2018. Metabolic and hormone profiles of Holstein x Gyr cows during pre- and postpartum. *Pesq. Agropec. Bras.* 53, 371-377. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2018000300012>.
- Garnsworthy, P.C., 2006. Body condition score in dairy cows: Targets for production and fertility, in: Garnsworthy, P.C., Wiseman, J. (Eds.), *Recent Advances in Animal Nutrition*. Nottingham University Press, UK, pp. 61-86.
- Garro, C.J., Mian, L., Cobos Roldán, M., 2014. Subclinical ketosis in dairy cows: prevalence and risk factors in grazing production system. *J. Anim. Physiol. An. N.* 98, 838–844. <https://doi.org/10.1111/jpn.12141>.
- Goff, J.P., 2008. The monitoring, prevention, and treatment of milk fever and subclinical hypocalcemia in dairy cows. *Vet. J.* 176, 50–57. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.12.020>.
- Goff, J.P., 2014. Calcium and magnesium disorders. *Vet. Clin. Food Anim.* 30, 359-381. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cvfa.2014.04.003>.
- Goff, J.P., Horst, R.L., 1997. Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *J. Dairy Sci.* 80, 1260–1268. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76055-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76055-7).
- Janovick, N.A., Drackley, J.K., 2010. Prepartum dietary management of energy intake affects postpartum intake and lactation performance by primiparous and multiparous Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 93, 3086–3102. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2656>.

- Ji, P., Osorio, J.S., Drackley, J.K.; Loo, J.J., 2012. Overfeeding a moderate energy diet prepartum does not impair bovine subcutaneous adipose tissue insulin signal transduction and induces marked changes in peripartal gene network expression. *J. Dairy Sci.* 95, 4333–4351. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5079>.
- Kokkonen, T., Taponen, J., Anttila, T., Syrjälä-Qvist, L., Delavaud, C., Chilliard, Y., Tuori, M., Tesfa, A.T., 2005. Effect of body fatness and glucogenic supplement on lipid and protein mobilization and plasma leptin in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 88, 1127–114. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72779-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72779-X).
- Kuhla, B., Metges, C.C., Hammon, H.M., 2016. Endogenous and dietary lipids influencing feed intake and energy metabolism of periparturient dairy cows. *Dom. Anim. Endocrinology.* 56, 2-10. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2015.12.002>.
- Laguna, J.G., Cardoso, M.S., Lima, J.A., Reis, R.B., Carvalho, A.U., Saturnino, H.M., Teixeira, S.M.R., 2017. Expression of hepatic genes related to energy metabolism during the transition period of Holstein and F1 Holstein-Gir cows. *J. Dairy Sci.* 100, 9861–9870. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12459>.
- Lage H. F., 2015. Partição da energia e exigências nutricionais no terço final da gestação e avaliação do perfil metabólico durante o período de transição de vacas gir e f1 holandês x gir, tese de doutorado Universidade Federal de Minas Gerais.
- Lange, J., McCarthy, A., Kay, J., Meier, S., Walker, C., Crookenden, M.A., Mitchell, M.D., Loo, J.J., Roche, J.R., Heiser, A., 2016. Prepartum feeding level and body condition score affect immunological performance in grazing dairy cows during the transition period. *J. Dairy Sci.* 99, 2329–2338. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-10135>.
- Manzoor, A., Untoo, M., Zaffar, B., Afzal, I., Fayaz, A., Dar, Z.A., Shafiq, S., 2018. Performance profile of dairy animals under compromise with dynamics in body

- condition score. A review. *J. Anim. Health Pro.* 6, 80-85.
<http://dx.doi.org/10.17582/journal.jahp/2018/6.3.80.85>.
- Mertens, D.R., 2002. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. *J. AOAC Int.* 8, 1217-1240.
- Montagner, P., Krause, A.R.T., Schwegler, E., Weschenfelder, M.M., Maffi, A.S., Xavier, E.G., Schneider, A., Pereira, R.A., Jacometo, C.B., Schmitt, E., Brauner, C.C., Del Pino, F.A.B., Corrêa, M.N., 2017. Relationship between pre-partum body condition score changes, acute phase proteins and energy metabolism markers during the peripartum period in dairy cows. *Ital. J. Anim. Sci.* 16, 329-336.
<https://doi.org/10.1080/1828051X.2016.1277964>.
- National Research Council (NRC), 2001. Nutrient requirements of dairy cattle, seventh ed. Washington, D.C.
- Oetzel, G.R., Goof, J.P., 2008. Milk fever (parturient paresis) in cows, ewes, and doe goats, in: Andersen, D.E., Rings, M. (Eds.), *Current Veterinary Therapy Food Animal Practice*. W.B. Saunders, St. Louis, pp. 130-134.
- Overton, T.R., Waldron, M.R., 2004. Nutritional management of transition dairy cows: strategies to optimize metabolic health. *J. Dairy Sci.* 87, E105–E119.
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)70066-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)70066-1).
- Roche, J.R., Macdonald, K.A., Schütz, K.E., Matthews, L.R., Verkerk, G.A., Meier, S., Loor, J.J., Rogers, A.R., McGowan, J., Morgan, S.R., Taukiri, S., Webster, J.R., 2013. Calving body condition score affects indicators of health in grazing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 96, 5811-5825. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6600>.
- Roche, J.R., Meier, S., Heiser, A., Mitchell, M.D., Walker, C.G., Crookenden, M.A., Vailati Riboni, M., Loor, J.J., Kay, J.K., 2015. Effects of precalving body condition

- score and prepartum feeding level on production, reproduction, and health parameters in pasture-based transition dairy cows. *J. Dairy Sci.* 98, 7164-7182. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-9269>.
- Rotta, P. P., S. C. Valadares Filho, T. R. S. Gionbelli, L. C. Silva, T. E. Engle, M. I. Marcondes and A. A. G. Lobo, 2015. Effects of day of gestation and feeding regimen in Holstein x Gyr cows: I. Apparent total-tract digestibility, nitrogen balance, and fat deposition, *Journal Dairy Science*, v.98, issue 5, 98: 3197–3210.
- Sordillo, L.M., Contreras, G.A., Aitken, S.L., 2009. Metabolic factors affecting the inflammatory response of periparturient dairy cows. *Anim. Health Res. Rev.* 10, 53–63. <https://doi.org/10.1017/S1466252309990016>.
- Stivanin, S.C.B. Planos nutricionais sobre o consumo, o comportamento e saúde de vacas leiteiras de diferentes composições raciais durante o período de transição. 136 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018.
- Thompson, J.R., Lee, K.L., Freeman, A.E., Johnson, L.P., 1983. Evaluation of a Linearized Type Appraisal System for Holstein Cattle. *J. Dairy Sci.* 66, 325–331. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(83\)81792-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(83)81792-5).
- Tothova, C., Nagy, O., Kovac, G., 2014. Acute phase proteins and their use in the diagnosis of diseases in ruminants: a review. *Vet. Med.* 59, 163–180.
- Trevisi, E., Zecconi, A., Bertoni, G., Piccinini, R., 2010. Blood and milk immune and inflammatory profiles in periparturient dairy cows showing a different liver activity index. *J. Dairy Res.* 77, 310–317. <https://doi.org/10.1017/S0022029910000178>.
- Trevisi, E., Amadori, M., Cogrossi, S., Razzuoli, E., Bertoni, G., 2012. Metabolic stress and inflammatory response in high-yielding, periparturient dairy cows. *Res. Vet. Sci.* 93, 695–704. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2011.11.008>.

Van Soest, P.J., 1981. Limiting factors in plant residues of low biodegradability. *Agric.*

Environ. 6, 135-143. [https://doi.org/10.1016/0304-1131\(81\)90005-9](https://doi.org/10.1016/0304-1131(81)90005-9).

Vizzotto, E.F. Efeito de aditivos e planos nutricionais no consumo, desempenho, metabólitos sanguíneos, estresse oxidativo em vacas leiteiras de diferentes composições raciais no período de transição. 170 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018.

Tabela 1. Composição química da TMR experimental fornecida no pré e no pós-parto a fêmeas bovinas leiteiras Holandesas, Gir Leiteiro e Girolando F1 durante o período de transição

Item	TMR Pré-parto ¹	
	1,89%	1,69%
	Ingredientes (kg/100 kg de MS de dieta)	
Silagem de milho	44,6	44,6
Silagem de sorgo	37,4	37,4
Grão de milho moído	11,6	11,6
Farelo de soja	5,6	5,6
Mistura mineral	0,6	0,6
Calcário	0,1	0,1
Bicarbonato de sódio	-	-
Ureia	-	-
Sulfonato de amônio	-	-
Óxido de magnésio	-	-
Fosfato bicálcico	-	-
	Composição química (g/100 de MS de dieta)	
Energia bruta (Mcal/kg)	4,4	
Estrato etéreo (%)	3,5	
Proteína bruta (%)	13,5	
Fibra em detergente neutro (%)	46,8	
Fibra em detergente ácido (%)	28,3	

¹1,89% = oferta de 1,89% do PC de dieta totalmente misturada; 1,69% = oferta de 1,69% do PC de dieta totalmente misturada

Tabela 2. Valores de média e DP das variáveis peso corporal, ECC e idade de fêmeas bovinas leiteiras das raças Holandesa, Gir Leiteiro e Girolando F1 ao início do estudo a partir do dia 190 de gestação

Variável	Grupo Genético ¹					
	Holandês		Gir Leiteiro		Girolando F1 (½ Holandês ½ Gir Leiteiro)	
	1,69%	1,89%	1,69%	1,89%	1,69%	1,89%
PC (kg)	741 ± 82	768 ± 54	557 ± 40	579 ± 36	817 ± 79	829 ± 97
ECC (pontos)	3,9 ± 0,4	4,0 ± 0,3	4,1 ± 0,2	4,1 ± 0,2	4,4 ± 0,5	4,6 ± 0,2
Idade (anos)	4,0 ± 0,4	4,2 ± 0,4	4,0 ± 0,0	4,2 ± 0,4	4,3 ± 0,5	4,0 ± 1,1

¹1,89% = oferta de 1,89% do PC de dieta totalmente misturada; 1,69% = oferta de 1,69% do PC de dieta totalmente misturada

Tabela 3. Médias de peso corporal (PC), escore de condição corporal (ECC), consumo de matéria seca (CMS), produção de leite (PL) e teores de gordura e proteína no leite de vacas de diferentes composições raciais alimentadas com 1,69% ou 1,89% do peso corporal de matéria seca durante o período de transição

Variável	Grupo Genético ¹ (G)			Plano Nutricional ² (N)		EPM	P - Valores		
	H	GL	GH	1,69%	1,89%		G	N	G*N
Semana -2									
ECC (pontos)	3,89b	4,11b	4,55a	4,13	4,23	0,10	<0,01	0,38	0,63
PC (kg)	561,53c	748,01b	814,85a	705,02	711,24	20,76	<0,01	0,81	0,95
CMS (kg)	10,86a	6,16c	9,25b	9,22d	8,30e	0,38	<0,01	0,06	0,12
Semana -1									
ECC (pontos)	3,89b	4,11b	4,53a	4,13	4,22	0,09	<0,01	0,43	0,69
PC (kg)	561,52c	748,01b	826,52a	705,02	719,02	20,83	<0,01	0,59	0,99
CMS (kg)	9,92a	5,11c	7,85b	8,18d	7,07e	0,49	<0,01	0,08	0,45
Semana +1									
ECC (pontos)	3,42c	3,97b	4,35a	3,87	3,95	0,09	<0,01	0,54	0,72
PC (kg)	453,73c	649,23b	742,21a	608,87	621,24	20,59	<0,01	0,63	0,83

CMS (kg)	10,92a	5,37b	8,94a	8,25	8,57	0,80	<0,01	0,75	0,41
PL (L)	14,83a	6,87b	10,00b	10,20	10,94	1,31	<0,01	0,66	0,43
Gordura (%)	4,92	5,72	5,27	5,17	5,43	0,50	0,62	0,68	0,03
Proteína (%)	3,01b	3,11ab	3,46a	3,19	3,21	0,11	0,02	0,90	0,52
Semana +3									
ECC (pontos)	3,24c	3,65b	4,05a	3,57	3,72	0,11	<0,01	0,33	0,79
PC (kg)	465,79c	626,69b	717,34a	591,54	615,01	20,88	<0,01	0,38	0,60
CMS (kg)	14,78a	7,48c	11,72b	11,17	11,49	0,79	<0,01	0,75	0,60
PL (L)	21,08a	6,16c	12,78b	12,19	14,49	1,85	<0,01	0,33	0,47
Gordura (%)	4,92	5,46	5,27	5,00	5,43	0,50	0,78	0,50	0,02
Proteína (%)	3,01b	3,10ab	3,46a	3,18	3,21	0,12	0,03	0,87	0,61

¹Grupo Genético: H = Holandês; GL = Gir Leiteiro; GH = Girolando F1 (½ Holandês x ½ Gir Leiteiro);

²Plano Nutricional: 1,89% = oferta de 1,89% do PC de dieta totalmente misturada; 1,69% = oferta de 1,69% do PC de dieta totalmente misturada;

G = Grupo Genético, N = Plano Nutricional;

EPM = Erro Padrão da Média.

Tabela 4. Médias de variáveis sanguíneas durante o pré e pós-parto de vacas leiteiras das raças Holandesa, Gir Leiteiro e Girolando recebendo dietas com 1,69% ou 1,89% do peso corporal de matéria seca

Variável	Grupo Genético ¹ (G)			Plano Nutricional ² (N)		EPM	P - Valores		
	H	GL	GH	1,69%	1,89%		G	N	G*N
Semana -2									
Paraoxonase (U/mL)	77,11d	30,94e	50,40de	46,68	58,95	11,80	0,07	0,42	0,81
Albumina (g/dL)	3,46	3,32	3,45	3,34	3,48	0,20	0,87	0,55	0,88
AGNE (mmol/L)	0,77b	1,23a	0,53b	1,08a	0,61b	0,14	0,03	0,02	0,24
Cálcio (mg/dL)	7,76	8,64	6,89	7,73	7,79	0,58	0,21	0,93	0,60
Semana -1									
Paraoxonase (U/mL)	74,68	48,54	66,66	53,65	72,94	9,84	0,25	0,13	0,14
Albumina (g/dL)	3,27de	3,09e	3,55d	3,30	3,31	0,12	0,06	0,96	0,71
AGNE (mmol/L)	0,85b	1,19a	0,83b	0,87e	1,04d	0,07	<0,01	0,08	0,73
Cálcio (mg/dL)	7,54	8,11	7,79	7,76	7,87	0,29	0,46	0,77	0,76
BHB (mmol/L)	0,55e	0,84d	0,73de	0,58b	0,83a	0,08	0,10	0,03	0,17
Semana +1									

Paraoxonase (U/mL)	71,87	49,52	70,72	64,87	63,20	9,05	0,23	0,88	0,27
Albumina (g/dL)	3,56d	3,21e	3,68d	3,37	3,59	0,12	0,06	0,15	0,96
Colesterol (73,08	84,07	81,12	81,47	77,38	4,52	0,27	0,48	0,14
AGNE (mmol/L)	1,23	1,43	1,09	1,16	1,34	0,12	0,21	0,27	0,72
Cálcio (mg/dL)	6,91b	7,82a	7,59a	7,25	7,63	0,95	0,04	0,19	0,33
BHB (mmol/L)	1,18	1,02	1,04	1,01	1,15	0,16	0,77	0,48	0,34
Semana +3									
Paraoxonase (U/mL)	72,35	54,10	72,58	74,71	57,98	14,20	0,66	0,35	0,83
Albumina (g/dL)	3,50	3,31	3,63	3,41	3,55	0,16	0,48	0,50	0,16
Colesterol (94,70	112,93	112,10	108,73	104,42	7,61	0,21	0,65	0,33
Cálcio (mg/dL)	6,56	7,72	7,60	6,76e	7,83d	0,45	0,33	0,08	0,50

¹Grupo Genético: H = Holandês; GL = Gir Leiteiro; GH = Girolando F1 (½ Holandês x ½ Gir Leiteiro);

²Plano Nutricional: 1,89% = oferta de 1,89% do PC de dieta totalmente misturada; 1,69% = oferta de 1,69% do PC de dieta totalmente misturada;

G = Grupo Genético, N = Plano Nutricional;

EPM = Erro Padrão da Média.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A contribuição do presente estudo foi avaliar o efeito de planos nutricionais e de grupos raciais distintos sobre o consumo e o metabolismo hepático de vacas leiteiras durante o período de transição.

Os animais que receberam a dieta com superávit energético apresentaram tendência a consumir menos alimento no pré-parto do que aqueles em que a oferta apenas atendia a demanda de energia diária. O consumo de matéria seca mostrou-se superior no grupo genético Holandês durante todo o período experimental, o que refletiu em sua maior produção de leite logo após o parto.

Os planos nutricionais não modificaram o metabolismo hepático dos animais, possivelmente devido ao escore de condição corporal estar acima do valor recomendado para as três composições raciais. Os animais Gir Leiteiro tiveram a mais baixa produção de leite e suas variáveis sanguíneas, como AGNE, PON1 e ALB, indicaram lipomobilização e possível estado inflamatório. A ocorrência de hipocalcemia subclínica durante o pós-parto nos animais experimentais corrobora a noção de que os metabólicos sanguíneos estudados podem ser ferramentas úteis para avaliar o status de saúde de bovinos leiteiros durante o período de transição.

REFERÊNCIAS

- AKBAR, H. *et al.* Body condition score at calving affects systemic and hepatic transcriptome indicators of inflammation and nutrient metabolism in grazing dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 98, p. 1019-1032, 2015.
- ALLEN, M. S.; BRADFORD, B. J.; OBA, M. Board-invited review: the hepatic oxidation theory of the control of feed intake and its application to ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, p. 3317-3334, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE BOVINOS DA RAÇA HOLANDESA. **A origem da raça no mundo**. Curitiba: ABCBRH, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE GIROLANDO. **Fatos e dados históricos**. Uberaba: Associação Brasileira dos Criadores de Girolando, 2020.
- BERTONI, G. *et al.* The inflammation could have a role in the liver lipidosis occurrence in dairy cows. *In*: JOSHI, N.; HERDT, T. (ed.). **Production diseases in farm animals**. Wageningen: Wageningen Academic, 2006. p. 157-158.
- BERTONI, G. *et al.* Effects of inflammatory conditions on liver activity in puerperium period and consequences for performance in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 91, n. 9, p. 3300-3310, 2008.
- BERTONI, G. *et al.* Main endocrine-metabolic differences between 1st and 2nd lactation of the dairy cows around calving. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, p. 116, 2010.
- BERTONI, G.; TREVISI, E. Use of the liver activity index and other metabolic variables in the assessment of metabolic health in dairy herds. **Veterinary Clinics: Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 29, p. 413-431, 2013.
- BIONAZ, M. *et al.* Plasma paraoxonase, health, inflammatory conditions, and liver function in transition dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, p. 1740-1750, 2007.
- BLOCK, E. Transition cow research – What makes sense today? *In*: HIGH PLAINS DAIRY CONFERENCE, 2010, Amarillo, Texas. [**Proceedings...**] Amarillo: High Plains Dairy Conference, 2010. p. 75-98.
- BUTLER, M. *et al.* Evaluation of a high-fibre total mixed ration as a dry cow feeding strategy for spring-calving Holstein Friesian dairy cows. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 136, n. 2/3, p. 85–92, 2011.
- BURKE, C. R. *et al.* Relationships between endometritis and metabolic state during the transition period in pasture-grazed dairy cow. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 93, p. 5363-5373, 2010.

CAPPA, V.; TREVISI, E.; BERTONI, G. Variazioni ematiche e produttive nel 1° mese di lattazione in bovine di allevamenti con o senza problemi “post-partum”. **Zootecnica e Nutrizione Animale**, Bologna, v. 15, p. 645–660, 1989.

DANN, H. M. *et al.* Diets during far-off and close-up dry periods affect periparturient metabolism and lactation in multiparous cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, n. 9, p. 3563–3577, 2006.

DOUGLAS, G. N. *et al.* Prepartal plane of nutrition, regardless of dietary energy source, affects periparturient metabolism and dry matter intake in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, n. 6, p. 2141–2157, 2006.

DRACKLEY, J. K.; CARDOSO, F. C. Prepartum and postpartum nutritional management to optimize fertility in high-yielding dairy cows in confined TMR systems. **Animal**, Cambridge, v. 8, p. 5-14, 2014.

DRACKLEY, J. K. A scientific approach to feeding dry cows. *In*: ANNUAL UNIVERSITY OF NOTTINGHAM FEED CONFERENCE, 41., 2007, Nottingham. **Recent advances in animal nutrition – 2007**: abstracts. Nottingham: Nottingham University Press, 2007. p. 5-6.

DRACKLEY, J. K.; OVERTON, T. R.; DOUGLAS, G. N. Adaptations of glucose and long-chain fatty acid metabolism in liver of dairy cows during the periparturient period. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 84, p. E100-E112, 2001. Suplemento.

DUQUE, A. C. A.; AZAMBUJA, A.; DORNELAS, M. S. Histórico das principais raças leiteiras puras no cenário brasileiro. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, MG, v. 6, n. 1, p. 847-855, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Anuário leite 2018 – Indicadores, tendências e oportunidades para quem vive do setor leiteiro**. Juiz de Fora: Embrapa, 2018. 116 p.

FLECK, A. Clinical and nutritional aspects of changes in acute phase proteins during inflammation. **Proceedings of the Nutrition Society**, London, v. 48, n. 3, p. 347–354, 1989.

GRUBER, L. *et al.* Influence of energy and nutrient supply pre and postpartum on performance of multiparous Simmental, Brown Swiss and Holstein cows in early lactation. **Animal**, Cambridge, v. 8, n. 1, p. 58–71, 2014.

GRUM, D. E. *et al.* Nutrition during the dry period and hepatic lipid metabolism of periparturient dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 79, n. 10, p. 1850–1864, 1996.

GRUMMER, R. R. Etiology of lipid related metabolic disorders in periparturient dairy cattle. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 12, p. 3882-3896, 1993.

GRUMMER, R. R. Impact in changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition cow. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 9, p. 2820–2833, 1995.

GRUYS, E. *et al.* Acute phase reaction and acute phase proteins. **Journal of Zhejiang University – Science B**, Hangzhou, v. 6, n. 11, p. 1045-1056, 2005.

INGVARTSEN, K. L.; ANDERSEN, J. B. Integration of metabolism and intake regulation: a review focusing on periparturient animals. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 83, n. 7, p. 1573–97, 2000.

JANOVICK, N. A.; BOISCLAIR, Y. R.; DRACKLEY, J. K. Prepartum dietary energy intake affects metabolism and health during the periparturient period in primiparous and multiparous Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 94, n. 3, p. 1385–1400, 2011.

JANOVICK, N. A.; DRACKLEY, J. K. Prepartum dietary management of energy intake affects postpartum intake and lactation performance by primiparous and multiparous Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 93, p. 3086–3102, 2010.

JI, P. *et al.* Overfeeding a moderate energy diet prepartum does not impair bovine subcutaneous adipose tissue insulin signal transduction and induces marked changes in periparturient gene network expression. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 95, n. 8, p. 4333–4351, 2012.

KIM, I. H.; SUH, G. H. Effect of the amount of body condition loss from the dry to near calving periods on the subsequent body condition change, occurrence of postpartum diseases, metabolic parameters and reproductive performance in Holstein dairy cows. **Theriogenology**, New York, v. 60, p. 1445-1456, 2003.

KOKKONEN, T. *et al.* Effect of body fatness and glucogenic supplement on lipid and protein mobilization and plasma leptin in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88, n. 3, p. 1127-1141, 2005.

MANZOOR, A. *et al.* Performance profile of dairy animals under compromise with dynamics in body condition score. A review. **Journal of Animal Health and Production**, Ludhiana, v. 6, p. 80-85, 2018.

OLIVEIRA, H. T. V. *et al.* Curvas de lactação de vacas F1 Holandês-Gir ajustadas pela função gama incompleta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 59, p. 233-238, 2007.

OVERTON, T. R.; WALDRON, M. R. Nutritional management of transition dairy cows: strategies to optimize metabolic health. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 87, p. E105-E119, 2004.

ROCHE, J. R. *et al.* Calving body condition score affects indicators of health in grazing dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 96, n. 9, p. 5811–5825, 2013.

- RUKKWAMSUK, T.; WENSING, T.; GEELEN, M. J. H. Effect of overfeeding during the dry period on regulation of adipose tissue metabolism in dairy cows during the periparturient period. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, n. 11, p. 2904–2911, 1998.
- RUKKWAMSUK, T.; KRUIP, T. A.; WENSING, T. Relationship between overfeeding and overconditioning in the dry period and the problems of high producing dairy cows during the postparturient period. **The Veterinary Quarterly**, The Hague, v. 21, n. 3, p. 71–77, 1999.
- SAMPAIO, A. A. M. *et al.* Utilização de NaCl no suplemento como alternativa para viabilizar a sistema de alimentação de bezerros em creepfeeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 1, p. 63-68, 2010.
- SILVA, M. V. G. B. *et al.* **Programa de melhoramento genético da raça girolando – sumário de touros – resultado do teste de progênie - junho/2019**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2019. 67 p. (Embrapa Gado de Leite. Documentos, 239).
- SINGH, R. R. *et al.* Effect of body condition score on blood metabolite and production performance in crossbred dairy cattle. **Indian Journal of Animal Sciences**, New Delhi, v. 79, p. 629-635, 2009.
- SORDILLO, L. M.; CONTRERAS, G. A.; AITKEN, S. L. Metabolic factors affecting theinflammatory response of periparturient dairy cows. **Animal Health Research Reviews**, Wallingford, v. 10, p. 53–63, 2009.
- SORDILLO, L. M.; RAPHAEL, W. Significance of metabolic stress, lipid mobilization, and inflammation on transition cow disorders. **The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 29, n. 2, p. 267-278, 2013.
- TENNANT, B. C. Hepatic function. **Clinical biochemistry of domestic animals**. San Diego: Academic Press, 1997. p. 327–352.
- TREVISI, E. *et al.* Blood and milk immune and inflammatory profiles in periparturient dairy cows showing a different liver activity index. **The Journal of Dairy Research**, London, v. 77, p. 310–317, 2010.
- TREVISI, E. *et al.* Inflammatory response and acute phase proteins in the transition period of high-yielding dairy cows. *In*: VEAS, F. **Acute phase as early non-specific biomarkers of human and veterinary diseases**. Rijeka, Croatia: Intech, 2011. p. 355-380.
- TREVISI, E. *et al.* Metabolic stress and inflammatory response in high-yielding, periparturient dairy cows. **Research in Veterinary Science**, London, v. 93, p. 695–704, 2012.
- VICKERS, L. A. *et al.* Feeding a higher forage diet prepartum decreases incidences of subclinical ketosis in transition dairy cows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 91, n. 2, p. 886–894, 2012.

APÊNDICES

Apêndice 1 – Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA)



CARTA DE APROVAÇÃO

Comissão De Ética No Uso De Animais analisou o projeto:

Número: 29838

Título: Comportamento, evolução do consumo, estresse oxidativo, produção e qualidade do leite de vacas leiteiras sob diferentes estratégias nutricionais durante o período de transição

Vigência: 15/10/2015 à 15/10/2017

Pesquisadores:

Equipe UFRGS:

VIVIAN FISCHER - coordenador desde 15/10/2015
 Elissa Forgiarini Vizzotto - Aluno de Doutorado desde 15/10/2015
 Sheila Cristina Bosco Stivanin - Aluno de Doutorado desde 15/10/2015
 Micheli de Paris - Aluno de Doutorado desde 15/10/2015

Equipe Externa:

Luiz Gustavo Ribeiro Pereira - pesquisador desde 15/10/2015
 Maira Balbinotti Zanela - pesquisador desde 15/10/2015
 Fernanda Samarini Machado - pesquisador desde 15/10/2015

Comissão De Ética No Uso De Animais aprovou o mesmo, em reunião realizada em 14/09/2015 - Sala 323 - Prédio do Anexo I da Reitoria - Campus Centro - Porto Alegre - RS, em seus aspectos éticos e metodológicos, para a utilização de 40 vacas da raça Jersey e 36 vacas (12 raça Holandês, 12 da raça Girolando e 12 da raça Gir) provenientes da Embrapa CNPGL, Minas Gerais, de acordo com os preceitos das Diretrizes e Normas Nacionais e Internacionais, especialmente a Lei 11.794 de 08 de novembro de 2008, o Decreto 6899 de 15 de julho de 2009, e as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), que disciplinam a produção, manutenção e/ou utilização de animais do filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem) em atividade de ensino ou pesquisa.

Porto Alegre, Quinta-Feira, 24 de Setembro de 2015

Cristiane Matte

CRISTIANE MATTE
 Coordenador da comissão de ética

Apêndice 2 – Normas utilizadas para a preparação do capítulo II

Guide for Authors: Elsevier

Types of paper

1. Original Research Papers should report the results of original research on topics that are within the scope of the journal (<https://www.elsevier.com/locate/applanim>). The material should not have been previously published elsewhere, except in a preliminary form.

2. Review Articles Review Articles should cover subjects falling within the scope of the journal which are of active current interest. They may be spontaneously submitted or invited. Invited reviews will normally be solicited by the Review's Editor.

3. Letters to the Editor offering comment or useful critique on material published in the journal are welcomed. The decision to publish submitted letters rests purely with the Editors-in-Chief. It is hoped that the publication of such letters will permit an exchange of views which will be of benefit to both the journal and its readers.

4. Book Reviews will be included in the journal on a range of relevant books which are not more than 2 years old. Book reviews will be solicited by the Book Review Editor. Unsolicited reviews will not usually be accepted, but suggestions for appropriate books for review may be sent to the Book Review Editor.

Submission checklist

You can use this list to carry out a final check of your submission before you send it to the journal for review.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address

All necessary files have been uploaded:

Manuscript:

- Include keywords
- All figures (include relevant captions)
- All tables (including titles, description, footnotes)
- Ensure all figure and table citations in the text match the files provided
- Indicate clearly if color should be used for any figures in print

Further considerations

- Manuscript has been 'spell checked' and 'grammar checked'
- All references mentioned in the Reference List are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet)
- A competing interests statement is provided, even if the authors have no competing interests to declare
- Journal policies detailed in this guide have been reviewed
- Referee suggestions and contact details provided, based on journal requirements

Policy and ethics*Animal Experimentation*

Circumstances relating to animal experimentation must meet the International Guiding Principles for Biomedical Research Involving Animals as issued by the Council for the International Organizations of Medical Sciences. They are obtainable from: Executive Secretary C.I.O.M.S., c/o WHO, Via Appia, CH-1211 Geneva 27, Switzerland, or at the following URL:

http://grants.nih.gov/grants/olaw/Guiding_Principles_2012.pdf

Authors may also wish to refer to the ethical guidelines published on the website of the International Society for Applied Ethology <http://www.Applied-ethology.org/ethicalguidelines.htm>, or read the following article: Sherwin, C.M., Christiansen, S.B., Duncan, I.J., Erhard, H., Lay, D., Mench, J., O'Connor, C., and Petherick, C. (2003), 'Guidelines for the ethical use of animals in applied animal behaviour research', *Applied Animal Behaviour Science*, 81: 291-305. Unnecessary cruelty in animal experimentation is not acceptable.

Declaration of interest

All authors must disclose any financial and personal relationships with other people or organizations that could inappropriately influence (bias) their work. Examples of potential competing interests include employment, consultancies, stock ownership, honoraria, paid expert testimony, patent applications/registrations, and grants or other funding. Authors must disclose any interests in two places: 1. A summary declaration of interest statement in the title page file (if double-blind) or the manuscript file (if single-blind). If there are no interests to declare then please state this: 'Declarations of interest: none'. This summary statement will be ultimately published if the article is accepted. 2. Detailed disclosures as part of a separate Declaration of Interest form, which forms part of the journal's official records. It is important for potential interests to be declared in both places and that the information matches.

Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract, a published lecture or academic thesis) that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is Approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service Crossref Similarity Check.

Use of inclusive language

Inclusive language acknowledges diversity, conveys respect to all people, is sensitive to differences, and promotes equal opportunities. Articles should make no assumptions about the beliefs or commitments of any reader, should contain nothing which might imply that one individual is superior to another on the grounds of race, sex, culture or any other characteristic, and should use inclusive language throughout. Authors should ensure that writing is free from bias, for instance by using 'he or she', 'his/her' instead of 'he' or 'his', and by making use of job titles that are free of stereotyping (e.g. 'chairperson' instead of 'chairman' and 'flight attendant' instead of 'stewardess').

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement, then this should be stated.

Language (usage and editing services)

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the English Language Editing service available from Elsevier's Author Services.

Submission

Our online submission system guides you stepwise through the process of entering your article details and uploading your files. The system converts your article files to a single PDF file used in the peer-review process. Editable files (e.g., Word, LaTeX) are required to typeset your article for final publication. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, is sent by e-mail.

Peer review

This journal operates a single blind review process. All contributions will be initially assessed by the editor for suitability for the journal. Papers deemed suitable are then typically sent to a minimum of two independent expert reviewers to assess the scientific quality of the paper. The Editor is responsible for the final decision regarding acceptance or rejection of articles.

The use of English, punctuation and grammar should be of a sufficient high standard to allow the article to be easily read and understood. Do not quote decimals with naked points (e.g. use 0.08, not .08). Times of day should be in the format 10:00 h. Numbers less than 10 should be text, unless they are followed by a unit of measurement or are used as designators e.g. seven pigs from Group 3 were each trained for 7 days, with three sessions each lasting 3 min. Numbers greater than nine should be written as numerals.

Article Structure

Manuscripts in general should be organized in the following order:

- Title (should be clear, descriptive and not too long)
- Name(s) of author(s) - we would like to publish full first names rather than initials, and would appreciate it if you would provide this information
- Complete postal address(es) of affiliations, full telephone, fax No. and e-mail address of the corresponding author,
Present address(es) of author(s) if applicable
Complete correspondence address including e-mail address to which the proofs should be sent
- Abstract
- Keywords (indexing terms), maximum 6 items
- Introduction
- Material studied, area descriptions, methods, techniques and ethical approval
- Results
- Discussion
- Conclusion
- Acknowledgment and any additional information concerning research grants, etc.
- References
- Tables
- Figure captions
- Tables (separate file(s))
- Figures (separate file(s)).

Manuscripts should have numbered lines, with wide margins and double spacing throughout, i.e. also for abstracts, footnotes and references. Every page of the manuscript, including the title page, references, tables, etc., should be numbered. However, in the text no reference should be made to page numbers, if necessary one may refer to sections. Avoid excessive usage of italics to emphasize part of the text. Articles should not normally exceed 25 pages of text (11-point font, aligned left and double spaced) and contain a maximum of six or seven Tables and Figures in total.

Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be

numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results. The introduction "sets the scene" for your work. Do not over-reference statements; two or three key references should suffice unless each adds something specific. The introduction should not normally be more than 750 words (approximately three pages).

Material and methods

Provide sufficient details to allow the work to be reproduced by an independent researcher. Methods that are already published should be summarized and indicated by a reference. If quoting directly from a previously published method, use quotation marks and also cite the source. Any modifications to existing methods should also be described.

When locations are given, it should be remembered that this is an international journal and provide the state/county and country, or longitude and longitude for lesser-known locations. Full details of commercial products and technical equipment should be provided, as necessary, including name of the model, manufacturer and location of manufacture, and any Trademarks. As appropriate, a statement should be made that the work has received ethical approval or that the authors have read the policy relating to animal ethics and confirm that their study complies. Data collection and collation: units of all measures need to be specified; the experimental design should be explained together with an explanation of the experimental unit; the ways in which data are derived must be specified (e.g. individual scores were summed for the four, 12-h periods and the mean used for the analysis); the methods used for determining the normality of distribution of the residuals and homogeneity of variances need to be specified; any transformations of data need to be described; statistical analyses need to be reported in full.

Results

This section should include only results that are relevant to the hypotheses outlined in the Introduction and considered in the Discussion. Present results in tabular or graphical form (see following sections) wherever possible. Text should explain why the experiment was carried out and elaborate on the tabular or graphical data. Sufficient data should be presented so that the reader can interpret the results independently. If data require transformation to be suitable for parametric analyses, then due consideration needs to be given as to which and how data are presented in the manuscript. For example, putting error bars on graphs of the raw or back-transformed data is meaningless if analysis was performed on transformed data. To assist with interpretation of biological meaning, however, back-transformed means (but not errors) could be presented instead of/in addition to transformed data. In particular, statistical analyses should be complete and appropriate, and full details should be given either in the text, or in the Figures or Tables legends. Include the type of test, the precise data to which it was applied, the value of the relevant statistic, the sample size and/or degrees of freedom, and the probability level. Any assumptions that have been made should be stated. If in doubt, a statistical expert should be consulted.

Discussion

The discussion should interpret the results and set them in the context of what is already known in the appropriate field. This section should normally start with a brief summary of the main findings. The discussion should be focused and limited to the actual results presented and should normally not exceed about 1500 words. All results presented in the Results section should be discussed (if they do not warrant discussion, they do not warrant inclusion) and there should be no presentation and discussion of results that have not been presented in the Results section (i.e. no new data presented in the Discussion). Any necessary extensive discussion of the literature should be placed in the Discussion, and not in the Introduction.

Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section. It should provide a brief "take home" message and briefly outline the application/implications of the study's findings.

Highlights

Highlights are optional yet highly encouraged for this journal, as they increase the discoverability of your article via search engines. They consist of a short collection of bullet points that capture the novel results of your research as well as new methods that were used during the study (if any).

Highlights should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point).

Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself. As this is the most-read part of a paper, it is useful to provide some data and significance levels in the description of the main results. The Abstract should not be longer than 400 words.

Abbreviations

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

Formatting of funding sources

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or

organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, please include the following sentence:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Nomenclature and Units

1. Authors and Editors are, by general agreement, obliged to accept the rules governing biological nomenclature, as laid down in the International Code of Botanical Nomenclature, the International Code of Nomenclature of Bacteria, and the International Code of Zoological Nomenclature. 2. All biotica (crops, plants, insects, birds, mammals, etc.) should be identified by their scientific names when the English term is first used, with the exception of common domestic animals. 3. All biocides and other organic compounds must be identified by their Geneva names when first used in the text. Active ingredients of all formulations should be likewise identified. 4. For chemical nomenclature, the conventions of the International Union of Pure and applied Chemistry and the official recommendations of the IUPAC-IUB Combined Commission on Biochemical Nomenclature should be followed. Units and abbreviations should conform to the Systeme International d'Unites.

Math formulae

Please submit math equations as editable text and not as images. Present simple formulae in line with normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

In chemical formulae, valence of ions should be given as, e.g. Ca²⁺, not as Ca⁺⁺. Isotope numbers should precede the symbols e.g. ¹⁸O. The repeated use of chemical formulae in the text is to be avoided where reasonably possible; instead, the name of the compound should be given in full. Exceptions may be made in the case of a very long name occurring very frequently or in the case of a compound being described as the end product of a gravimetric determination (e.g. phosphate as P₂O₅).

Artwork

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Size the illustrations close to the desired dimensions of the published version.
- Submit each illustration as a separate file.
- Ensure that color images are accessible to all, including those with impaired color vision.

Formats

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format. Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, please 'Save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts.

TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

- Figures and Tables to be uploaded as separate files while submitting manuscript.
- Tables to be sent as editable source files (.doc or .xls) with heading on it.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article. Please indicate your preference for color: in print or online only.

Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (not on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used. Figure captions should be understandable without reference to the main text. Figures should not duplicate results described elsewhere in the article.

Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules and shading in table cells. Table captions should provide sufficient detail that the Table can be understood without reference to the main text.

Limitations

Authors should take notice of the limitations set by the size and lay-out of the journal. Large tables should be avoided. Reversing columns and rows will often reduce the dimensions of a table.

- Figures and Tables to be uploaded as separate files while submitting manuscript.
- Tables to be sent as editable source files (.doc or .xls) with heading on it.

References

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list, they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

Reference links

Increased discoverability of research and high-quality peer review are ensured by online links to the sources cited. In order to allow us to create links to abstracting and indexing services, such as Scopus, CrossRef and PubMed, please ensure that data provided in the references are correct. Please note that incorrect surnames, journal/book titles, publication year and pagination may prevent link creation. When copying references, please be careful as they may already contain errors. Use of the DOI is highly encouraged.

A DOI is guaranteed never to change, so you can use it as a permanent link to any electronic article. An example of a citation using DOI for an article not yet in an issue is: VanDecar J.C., Russo R.M., James D.E., Ambeh W.B., Franke M. (2003). Aseismic continuation of the Lesser Antilles slab beneath northeastern Venezuela. *Journal of Geophysical Research*, <https://doi.org/10.1029/2001JB000884>. Please note the format of such citations should be in the same style as all other references in the paper.

Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired or can be

included in the reference list.

Data references

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

Reference formatting

There are no strict requirements on reference formatting at submission. References can be in any style or format as long as the style is consistent. Where applicable, author(s) name(s), journal title/book title, chapter title/article title, year of publication, volume number/book chapter and the article number or pagination must be present. Use of DOI is highly encouraged. The reference style used by the journal will be applied to the accepted article by Elsevier at the proof stage. Note that missing data will be highlighted at proof stage for the author to correct. If you do wish to format the references yourself they should be arranged according to the following examples:

Reference style

Text: All citations in the text should refer to:

1. Single author: the author's name (without initials, unless there is ambiguity) and the year of publication;
2. Two authors: both authors' names and the year of publication;
3. Three or more authors: first author's name followed by 'et al.' and the year of publication.

Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references can be listed either first alphabetically, then chronologically, or vice versa.

Examples: 'as demonstrated (Allan, 2000a, 2000b, 1999; Allan and Jones, 1999)....

Or, as demonstrated (Jones, 1999; Allan, 2000)... Kramer et al. (2010) have recently shown ...'

List: References should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication.

Examples:

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2010. The art of writing a scientific article. *J. Sci. Commun.* 163, 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.Sc.2010.00372>.

Reference to a journal publication with an article number:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2018. The art of writing a scientific article. *Heliyon*. 19, e00205. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00205>.

Reference to a book:

Strunk Jr., W., White, E.B., 2000. *The Elements of Style*, fourth ed. Longman, New York.

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 2009. How to prepare an electronic version of your article, in: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*. E-Publishing Inc., New York, pp. 281–304.

Reference to a website:

Cancer Research UK, 1975. Cancer statistics reports for the UK.

<http://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/statistics/cancerstatsreport/> (accessed 13 March 2003).

Reference to a dataset:

[dataset] Oguro, M., Imahiro, S., Saito, S., Nakashizuka, T., 2015. Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions. *Mendeley Data*, v1. <https://doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

VITA

Isabelle Damé Veber Angelo é brasileira, nascida em 14 de março de 1996, em Pelotas/RS, filha de Magda Cristine Damé Veber Angelo e Luciano da Rosa Angelo. Realizou seu ensino fundamental nas Escolas Estaduais Nossa Senhora Aparecida, em Pelotas, Dr. Dario da Silva Tavares, em Capão do Leão, e Instituto Estadual Cardeal Arcoverde, em Passo Fundo. Estudou na Escola Estadual Presidente Castelo Branco, em Capão do Leão, durante o seu ensino médio.

Em 2013, ingressou no curso de Bacharelado em Zootecnia na Universidade Federal de Pelotas (UFPeL). No ano de 2018, concluiu sua graduação em Zootecnia e iniciou Mestrado Acadêmico no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia vinculado à Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), sob orientação da Prof^a Dr^a Vivian Fischer, sendo a área de concentração em Produção Animal e linha de pesquisa em Sistemas de Produção de Ruminantes.