



Impacto de alterações de ECC no metabolismo e no índice de ECC de vacas leiteiras mestiças pós-parto



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Rondônia
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
82**

**Impacto de alterações de ECC no metabolismo
e no índice de ECC de vacas leiteiras
mestiças pós-parto**

*Luiz Francisco Machado Pfeifer
Victor Torres Olimpio de Melo
Kaio Alexandre da Silva
Paulo Marcos Araújo Neves*

Exemplares desta edição
podem ser adquiridos na:

Embrapa Rondônia

Rodovia BR-364, Km 5,5, Zona Rural Caixa
Postal: 127 CEP: 76815-800 - Porto Velho - RO
Fones: (69) 3219-5004 / (69) 3219-5000 |
www.embrapa.br/rondonia
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição
PDF digitalizado (2021)

**Comitê Local de Publicações da
Embrapa Rondônia**

Presidente

Henrique Nery Cirpiani

Secretária

Ana Karina Dias Salman

Membros

André Rostand Ramalho

César Augusto Domingues Teixeira

Lúcia Helena de Oliveira Wadt

Luiz Francisco Machado Pfeifer
Maurício Reginaldo Alves dos Santos

Pedro Gomes da Cruz

Rodrigo Barros Rocha

Victor Ferreira de Souza

Wilma Inês de França Araújo

Normalização bibliográfica

Renata Do Carmo Franca Seabra

Revisão de texto

Wilma Inês de França Araújo

Editoração eletrônica

André Luiz Garcia

Foto da capa

Luiz Francisco Machado Pfeifer

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Rondônia

Impacto de alterações de ECC no metabolismo e no índice de ECC de vacas
leiteiras mestiças pós-parto / por Luiz Francisco Machado Pfeifer ... [et
al]. – Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2020.

24 p.: il. color. – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa
Rondônia, ISSN 1677-8618; 82).

1. Nutrição animal. 2. Balanço energético – gado leiteiro. 3. Escore de
condição corporal (ECC). 4. Pfeifer, Luiz Francisco Machado. 5. Melo, Victor
Torres Olímpio de. 6. Silva, Kaio Alexandre da. 7. Neves, Paulo Marcos
Araújo. I. Embrapa Rondônia. II. Série.

CDD (21. ed.) 636.085

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução.....	8
Material e Métodos	10
Resultados e Discussão	15
Conclusão.....	21
Referências	22

Impacto de alterações de ECC no metabolismo e no índice de ECC de vacas leiteiras mestiças pós-parto

Luiz Francisco Machado Pfeifer¹

Victor Torres Olimpio de Melo²

Kaio Alexandre da Silva³

Paulo Marcos Araújo Neves⁴

Resumo – O escore de condição corporal (ECC) é uma variável categórica que é amplamente aceita como uma importante ferramenta para quantificar subjetivamente as reservas de energia em vacas de leite. Os objetivos desse estudo foram avaliar o efeito da perda de ECC pós-parto no índice de ECC e no metabolismo e usar o iECC para avaliar impacto de mudanças no manejo nutricional em vacas de leite. No Experimento 1 foram incluídos dados de lactação de 35 vacas Girolando (Holandês x Gir). No dia do parto e a cada 15 dias até os 90 dias em lactação (DEL), as vacas foram avaliadas quanto ao ECC, peso-vivo, ângulo da garupa (AIG), produção de leite e concentração sérica de beta hidróxi-butilato (β HBO). As vacas foram divididas em 2 grupos de acordo com a perda de escore de ECC do parto até 90 DEL: 1) Vacas que perderam $\leq 0,5$ ECC (n=21) e 2) Vacas que perderam $>0,5$ ECC (n=14). Vacas que perderam pouco ECC demonstraram menor variação do ECC no período pós-parto recente ($P < 0.001$) e tiveram maior iECC ($P < 0.001$). Em contraste, vacas que perderam muito ECC apresentaram maior AIG ($P < 0,001$) e maior β HBO ($P = 0,01$). Em contaste não houve efeito de perda de ECC na produção de leite ($P = 0.9$). O Experimento 2 foi realizado como Estudo tipo ensaio não randomizado, no qual o iECC do rebanho foi avaliado antes e depois de uma intervenção estratégica no manejo nutricional. Nesse

¹ Pesquisador A, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA, Porto Velho, RO, Brasil.

² Estagiário, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA, Porto Velho, RO, Brasil.

³ Professor, Instituto Federal de Rondônia, IFRO, Porto Velho, RO, Brasil.

⁴ Estagiário, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA, Porto Velho, RO, Brasil.

caso a intervenção realizada foi o ajuste de ração para vacas de leite em lactação baseada na produção de leite e na diferença ajustada de ECC. Foram incluídas nesse estudo 16 vacas lactantes Girolando (Holandês x Gir). As vacas foram avaliadas quanto ao iECC em dois momentos diferentes: Antes (Grupo Controle) e depois da mudança no manejo nutricional (Grupo ECC). Houve aumento ($P=0.02$) no iECC após a mudança no manejo alimentar. O iECC do grupo controle foi de 59,5% (nível Regular), enquanto que o iECC do grupo ECC foi de 75,3% (nível Bom). Os resultados desse estudo demonstram que vacas que pariram em ECC mais adequado tiveram melhor condição metabólica e apresentaram maior iECC no período pós-parto em relação às vacas que pariram com ECC mais elevado. Além disso, foi possível verificar mudanças no iECC quando as alterações pontuais no plano nutricional dos animais foram realizadas.

Termos para indexação: anestro, balanço energético, fertilidade, tecido adiposo.

Effect of BCS changes on the metabolism and on the BCS index in postpartum crossbred dairy cows

Abstract – Body condition score (BCS) is a categorical variable that is widely accepted as an important tool for subjective quantification of endogenous energy reserves in dairy cows. The objectives of this study were to evaluate the effect of postpartum BCS losses on the BCS index (BCSi) and the metabolism and to use the BCSi to evaluate the impact of specific changes in the nutritional plane in lactating dairy cows. In Experiment 1, data from the first 90 days in milk (DIM) from 35 crossbred Girolando (Gyr x Holstein) cows were enrolled. Every 15 days from parturition to 90 DIM, the BCS, live weight, internal angle of the rump (IAR), milk production and serum β -hidroxy butyrate (β HBO) were evaluated. Cows were separated into one of two experimental groups according to the BCS loss after parturition: 1) Cows that loss $\leq 0,5$ ECC (n=21), and 2) cows that loss $> 0,5$ ECC (n=14). Less variation range of BCS was observed in cows that loss less BCS ($P < 0.001$). Moreover, cows that loss less BCS had higher BCSi ($P < 0.001$). In contrast, cows that loss greater BCS had higher IAR ($P < 0,001$) and higher serum β HBO ($P = 0,01$). No difference between groups was detected in milk yield ($P = 0.9$). The Experiment 2 was a non-randomized controlled trial, in which the BCSi of the herd was evaluated before and after a strategical change in the nutritional plane. The change was an adjustment in the ration supplementation according to the milk yield and the adjusted difference of BCS of each cow. Sixteen crossbred Girolando (Gyr x Holstein) cows were enrolled in this study. The BCSi of the cows were evaluate in two distinct moments: before (Control group) and after the change in the nutritional plane (ECC group). The ECC group had higher BCSi (75.3%; good level; $P=0.02$) than Control Group 59.5% (fair level). Altogether, these results demonstrated that cows that calved in adequate BCS had better metabolism profile and had greater BCSi in the postpartum period in comparison to cows that calved with greater BCS. Moreover, it was possible to observe changes in the BCSi when specific changes in the nutritional plane were performed.

Keywords: Anestrus, energy balance, fertility, adipose tissue.

Introdução

É comum que vacas de leite percam condição corporal (CC) no período pós-parto devido às mudanças metabólicas que fisiologicamente ocorrem no início da lactação. De acordo com sua severidade, as alterações metabólicas que ocorrem nesse período podem impactar negativamente a fertilidade subsequente de vacas de leite (Carvalho et al., 2014). Vários estudos demonstram que vacas com baixo escore de CC (ECC) no período pós-parto podem ter reduzida taxa de concepção ao primeiro serviço (TCPS) (Domecq et al., 1997, Moreira et al., 2000, Santos et al., 2009) e, conseqüentemente, aumentar o intervalo entre partos (IEP) e a produção de leite ao longo do tempo. Por outro lado, já foi demonstrado que vacas que perdem pouco ou mantêm o ECC nas primeiras semanas de lactação tem aumento na prenhez por inseminação artificial (P/IA; Carvalho et al., 2014) e apresentam redução no IEP possibilitando que essas fêmeas atinjam ciclos de alta fertilidade (CAF), que correspondem aos ciclos produtivos em que as vacas apresentam IEP de até 13 meses (Middleton et al., 2019).

A capacidade intrínseca da vaca de leite em equacionar as exigências energéticas demandadas pela lactação vai determinar a saúde do animal e a fertilidade no período pós-parto (PPP) recente (Ribeiro et al., 2013). Nesse cenário, o ECC é um importante marcador da saúde das vacas e é uma ferramenta importante para monitorar o estado nutricional de rebanhos leiteiros (Heuer et al., 1999). A magnitude da perda de ECC após o parto determina a proporção de vacas que ainda estão em anestro ao fim do período voluntário de espera, o que determina o atraso ao primeiro serviço bem como redução da TCPS (Lopez et al., 2005, Santos et al., 2009). Assim, a severidade do balanço energético negativo (BEN) no PPP e a conseqüente perda de ECC pode reduzir a performance reprodutiva pelo aumento da proporção de vacas em anestro e pelo aumento do IEP (Pryce et al., 2001). O IEP de 12 a 13 meses é estabelecido como ideal para rebanhos leiteiros (Morris, 1971), sendo essa uma importante variável reprodutiva com conseqüências econômicas em rebanhos leiteiros. Entretanto, IEP de 13 meses só é possível de ser atingido com um eficiente manejo nutricional aliado à ótima fertilidade do rebanho no período pós-parto recente.

Apesar de que o uso do ECC como ferramenta de manejo do rebanho leiteiro seja conhecido desde a década de 1970 (Lowman et al., 1976) e da vasta literatura que chancela sua importância (Edmonson et al., 1989, Waltner et al., 1993, Domecq et al., 1997, Moreira et al., 2000, Pryce et al., 2000, entre outros), dificilmente essa avaliação é realizada como rotina na maioria das propriedades de leite. Tendo em vista a importância de manejar o ECC das vacas em todas as fases de produção (do início da lactação até o período seco), é importante criar métodos para que a avaliação do ECC seja implementada de forma sistemática e, conseqüentemente, o produtor possa fazer uso desses registros para tomar decisões mais adequadas no manejo nutricional e reprodutivo do rebanho. Assim, um novo método para lidar com os dados de ECC levando em consideração a fase de lactação e a recomendação de ECC para cada uma dessas fases poderá auxiliar o produtor a detectar o quanto pode melhorar seu manejo para que enfim o rebanho atinja CAF e, conseqüentemente, aumentar a produtividade da propriedade. Dessa forma, nesse estudo vamos utilizar o índice de ECC (iECC) para avaliar o efeito do ECC no metabolismo de vacas pós-parto e o efeito de mudanças na dieta no ECC de vacas de leite. O iECC se apresenta como uma forma objetiva de manejar dados de ECC do rebanho e que pode ser aplicado em qualquer propriedade de leite. Pelo iECC será possível estimar o quanto do potencial produtivo das vacas em produção a propriedade está explorando e, também, servirá como mais um índice para comparar propriedades entre si.

Baseado nessas considerações os objetivos desse estudo são: avaliar o efeito da perda de ECC pós-parto no iECC e no metabolismo e usar o iECC para avaliar impacto de mudanças no manejo nutricional em vacas de leite. Os objetivos desse estudo ainda estão associados ao Objetivo de Desenvolvimento Social (ODS) número 2 que versa sobre fome zero e agricultura sustentável uma vez que os produtores de leite que consigam atingir 100% de iECC em seu rebanho produzirão com maior sustentabilidade e terão maior produtividade e lucratividade em sua atividade. Dessa forma, o iECC foi desenvolvido para auxiliar os produtores a aumentar o potencial de exploração do seu rebanho.

Material e métodos

Experimento 1

O objetivo desse experimento foi avaliar a perda de ECC pós-parto no iECC e no metabolismo de vacas leiteiras mestiças.

Animais e local

Esse experimento foi conduzido entre janeiro de 2014 a setembro de 2015 na fazenda experimental da Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO. Foram incluídas nesse estudo a lactação de 35 vacas Girolando (Holandês x Gir) com média diária de produção de $22,6 \pm 3$ kg de leite, pastejando capim-marandu, suplementadas com concentrado a base de farelo de milho e soja (22%PB e 80%NDT). As vacas eram ordenhadas 2 vezes ao dia.

Grupos experimentais, avaliações metabólicas e produção de leite

No dia do parto e a cada 15 dias até os 90 dias em lactação (DEL), as vacas foram avaliadas quanto ao ECC, peso-vivo, ângulo da garupa e produção de leite (PL). Além disso, amostras de sangue foram coletadas para análise da concentração sérica de beta hidróxi-butirato (β HBO).

Todas as vacas foram avaliadas quanto ao ECC, utilizando escala de 1 a 5 com 0,25 unidade de incremento (adaptado de Edmonson et al., 1989). As vacas foram divididas em 2 grupos de acordo com a perda de escore de ECC do parto até 90 DEL: 1) Vacas que perderam $\leq 0,5$ ECC (n=21) e 2) Vacas que perderam $> 0,5$ ECC (n=14).

Para a avaliação do AIG, um goniômetro foi usado para medir o ângulo entre os dois lados da garupa. O dispositivo goniômetro foi colocado na garupa, uma haste de cada lado da garupa, entre o osso sacral e as primeiras vértebras coccígeas.

As concentrações de β -hidroxibutirato (β HBO) foram medidas com um medidor manual (TD - 4235®; Ketovet, MG, Brasil).

Cálculo do índice de escore de condição corporal (iECC)

A variável ECC foi utilizada para calcular o iECC. Assim o iECC de cada vaca foi calculado nos dias de coleta. Para se calcular o iECC, primeiramente foi necessário calcular dois índices que o compõem: a Taxa de ECC adequado (TEA) e a diferença ajustada de ECC (DAE), sendo todas essas variáveis expressas em percentual. O iECC foi calculado pela fórmula:

$$iECC = (TEA + DAE)/2$$

A tabela 1 foi utilizada para avaliar se o ECC de cada vaca estava de acordo com o ECC alvo e com o ECC recomendado. Todas as variáveis que compõem o iECC podem ser classificadas em uma escala de níveis conforme a tabela 2.

Tabela 1. ECC recomendado para cada fase de lactação

Fase de lactação	ECC recomendado	ECC alvo	Referências*
≤90 DEL	2,5 a 3	2,75	United Kingdom (2001); Ferguson (2006)
>90 DEL	2,75 a 3,25	3,0	Klopčič et al. (2011)
Secas	3,0 a 3,5 ¹	3,0 a 3,25 ²	¹ Ferguson (2006); ² Middleton et al. (2019)

*Todas as referências foram adaptadas para atender a escala de ECC utilizada no presente estudo (1 – 5).

Tabela 2. Escala de níveis para interpretar a taxa de ECC adequada (TEA), a diferença ajustada de ECC (DAE) e o índice de iECC.

Intervalos de valores	Escala
0 – 19%	Péssimo
20 – 39%	Ruim
40 – 59%	Regular
60 – 79%	Bom
80 – 89%	Muito bom
90 – 100%	Excelente

Cálculo da taxa de ECC adequado (TEA)

A TEA expressa o percentual de animais que se encontram em ECC adequado. A TEA foi calculada pela fórmula:

$$TEA = \left(\frac{\text{Número de vacas com ECC adequado}}{\text{Número total de vacas}} \right) \times 100$$

Cálculo da diferença ajustada de ECC (DAE)

A DAE, assim como a TEA, também é uma variável que se expressa em percentual. Como a DAE é um índice composto por outras 2 variáveis: A diferença de ECC (DECC), que avalia o quanto de ECC o animal precisa ganhar ou perder em relação ao ECC alvo, e a diferença de ECC escalonada (DECCE), que transforma o DECC em um valor entre 0 e 1. Essa transformação é necessária para que o valor de DAE seja compatível de ser associada ao valor de TEA para que finalmente o iECC possa ser calculado.

O DECC foi calculado pelo valor absoluto da diferença entre ECC real e ECC alvo, pela fórmula:

$$DECC = \text{absoluto (ECC real - ECC alvo)}.$$

Para que as variáveis que compõem a DAE tenham a mesma escala (0 – 1), o valor de DECC foi dividido por 2,25, pois é a maior diferença possível entre uma ECC real e ECC alvo. Assim, a DECCE foi calculada pela seguinte fórmula:

$$DECCE = DECC / 2,25$$

Finalmente, a DAE foi calculado pela fórmula:

$$DAE = (1 - DECCE) \times 100$$

Análise estatística

Toda a análise estatística foi realizada no programa SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Análises envolvendo medidas repetidas no tempo (ex. ECC,

iECC, PL, β HBO, AIG, e PV) foram comparados entre os grupos por ANOVA para medidas repetidas usando o procedimento Mixed para avaliar os efeitos principais de grupo, tempo e suas interações.

Experimento 2

O objetivo desse experimento foi avaliar o impacto de mudanças no manejo nutricional no iECC em rebanhos leiteiros.

O delineamento utilizado nesse estudo foi do tipo ensaio não randomizado, no qual a situação da propriedade foi avaliada antes e depois de uma mudança pontual no plano de suplementação concentrada. Nesse caso o ajuste de suplementação concentrada foi feito baseado na produção de leite e no iECC, onde foram realizados os ajustes necessários para melhorar o iECC do rebanho avaliado. Esse estudo foi realizado entre novembro de 2019 e março de 2020 na fazenda experimental da Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO. O iECC foi calculado conforme descrito no Experimento 1.

Animais, manejo nutricional e grupos experimentais

Foram incluídas nesse estudo 16 vacas lactantes Girolando (Holandês x Gir), com média de 134 ± 18 DEL. Os animais eram mantidos em pastejo rotacionado em capim-marandu e eram suplementadas com concentrado a base de farelo de milho e soja (22%PB e 80% NDT) duas vezes ao dia após as ordenhas.

Todas as vacas foram avaliadas quanto à produção de leite e ECC conforme descrito no Estudo 1. Além disso, a data do parto de cada vaca foi registrado para que os animais pudessem ser classificados conforme a fase de lactação (Tabela 1).

Grupos experimentais

Inicialmente, o iECC de todas as vacas foi registrado quando participavam de um manejo alimentar que já estava implementado (Grupo Controle), conforme descrito a seguir:

Grupo Controle:

Animais que estavam sendo suplementados em 2 planos de suplementação de acordo apenas com a produção de leite. Nesse grupo as vacas eram suplementadas da seguinte forma: Vacas produzindo mais que 15 L de leite.dia⁻¹ eram suplementadas com 4 kg de ração por dia e vacas produzindo menos que 15 L de leite.dia⁻¹ eram suplementadas com 2 kg de ração por dia.

Após registro do iECC desses animais, os mesmos passaram por uma alteração no manejo nutricional e formaram o Grupo ECC, conforme descrito o seguir:

Grupo ECC:

Nesse grupo o manejo nutricional foi corrigido de acordo com a produção de leite e o ECC da seguinte forma: As vacas foram suplementadas com a mesma ração de acordo com sua PL, seguindo a recomendação de 1 kg de ração para cada 3 kg de leite produzido acima de 8Kg, conforme Ferreira *et al.* (2000) e a instrução técnica (*Instrução Técnica para o Produtor de Leite - Sistemas de Alimentação nº 40. Opções de concentrados para vacas em lactação*). Além disso, incremento ou diminuição de 25% da ração foi ajustada ao cálculo final da quantidade de ração para cada 0,25 unidades de ECC para vacas que precisavam ajustar o ECC, conforme adaptado de Ferraretto *et al.* (2014).

Coleta de dados e análise estatística

Assim que o ECC e a PL foram mensurados, foi procedido a mudança de manejo conforme descrito no Grupo ECC. Após 30 dias da mudança de manejo no arraçoamento, novas coletas de ECC e PL foram realizadas. Dessa forma, o iECC e a PL foram comparados entre os grupos experimentais. A TEA foi comparada entre os grupos pelo teste do Qui-quadrado. A produção de leite e o iECC foram analisados por teste de dados pareados, sendo que as médias comparadas pelo teste T.

Resultados e Discussão

Resultados

Experimento 1

Vacas que perderam pouco ECC demonstraram menor variação do ECC no período pós-parto recente (Figura 1A; $P < 0.001$). Vacas que perderam mais ECC iniciaram a recuperação do ECC após os 45 DPP, enquanto que as vacas que perderam menos ECC atingiram o ECC mais baixo aos 30 DPP e mantiveram esse ECC até 75 DPP.

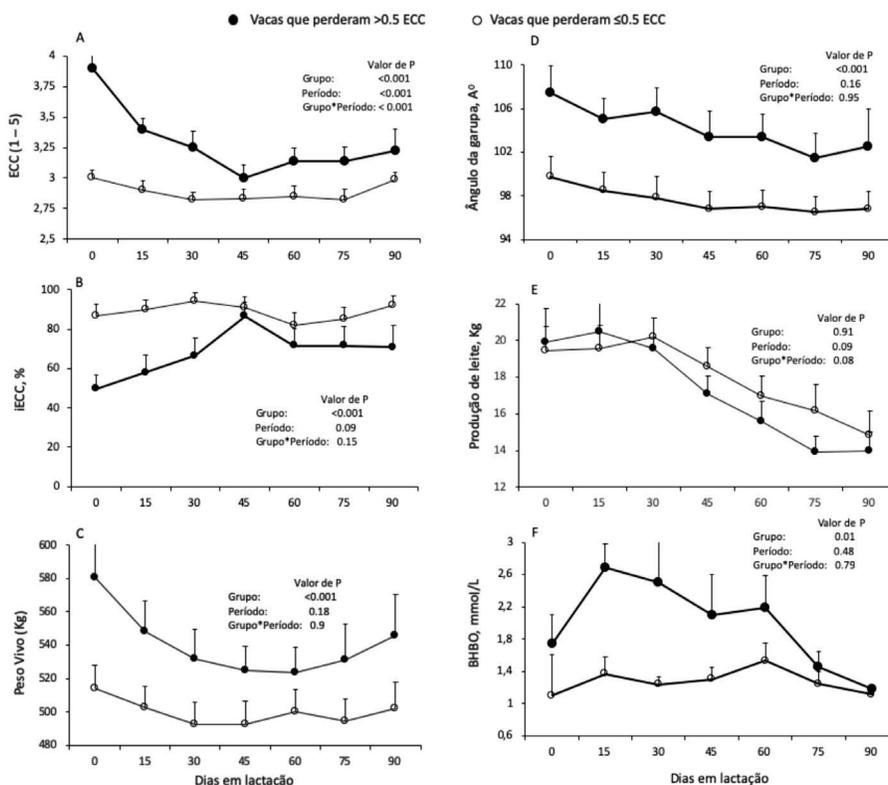


Figura 1. Escore de condição corporal (ECC; A), índice de ECC (iECC; B), peso vivo (C), ângulo interno da garupa (AIG; D), produção diária de leite (E) e concentração plasmática de b-hidroxibutirato (β HBO; F) em vacas girolando que perderam muito e pouco ECC no período pós-parto.

Vacas que perderam pouco ECC tiveram maior iECC (Figura 1B; $P < 0.001$). O iECC das vacas que perderam muito ECC somente atingiu o escore Muito Bom aos 45 DEL, enquanto que o iECC das vacas que perderam pouco ECC atingiu o escore muito bom durante todo o período experimental. De acordo com a escala de iECC, as vacas que perderam muito ECC tiveram o pior escore ao parto, quando o iECC foi considerado Regular.

Vacas que perderam muito ECC apresentaram maior peso (Figura 1C; $P < 0,001$) e maior AIG (Figura 1D; $P < 0,001$) durante todo o período de avaliação. Similarmente, vacas que perderam mais ECC tiveram maior concentração sérica de β HBO (Figura 1F; $P = 0,01$), sendo que o pico foi registrado aos 15 DEL. Em contraste, vacas que perderam pouco ECC tiveram concentração sérica mais constante durante o período, com leve elevação registrada aos 60 DEL. Não houve efeito de perda de ECC na produção de leite no PPP recente ($P = 0.91$; Figura 1E).

Experimento 2

A TEA do grupo controle foi de 43,75% (7/16), sendo que para o grupo ECC a TEA foi de 62,5% (10/16; $P = 0,26$). No Grupo controle, 4 vacas precisavam perder ECC e 5 precisavam aumentar de ECC para que a ECC fosse considerada adequada. Similarmente no Grupo ECC, 3 vacas precisavam perder ECC e 3 precisavam aumentar de ECC para que o ECC fosse considerado adequado.

Houve aumento ($P=0.02$) no iECC após a mudança no manejo alimentar (Figura 2). O iECC do grupo controle foi de 59,5% (nível Regular), enquanto que o iECC do grupo ECC foi de 75,3% (nível Bom), conforme o índice da tabela 4.

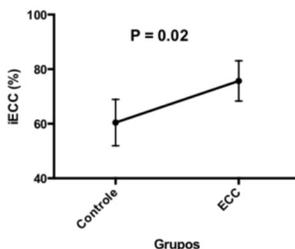


Figura 2. Índice de ECC em vacas lactantes antes (Controle) e depois (ECC) da mudança no manejo nutricional baseada em produção de leite e necessidade de adequação do ECC.

Não houve diferença ($P = 0.68$) na PL entre os grupos, $17,9 \pm 1.43$ e $18,9 \pm 1,45$ leite.dia⁻¹, para os grupos controle e ECC, respectivamente.

Discussão

No Experimento 1, o iECC foi maior em vacas que pariram em ECC mais adequado e que, conseqüentemente, foram as vacas que tiveram melhor condição metabólica no período pós-parto em relação às vacas que pariram com ECC mais elevado. Além disso, foi possível verificar mudanças no iECC quando as alterações pontuais foram realizadas no plano nutricional nos animais do Experimento 2. Ainda que o Experimento 2 apresente fragilidades no desenho experimental, é importante considerar que o índice criado foi capaz de detectar, em um período curto de tempo, alterações pontuais no manejo nutricional. Os resultados desses estudos demonstraram que o iECC é um bom parâmetro para avaliar como o ECC pode impactar na produtividade do rebanho e demonstrou ser um método para lidar adequadamente com dados de ECC.

O manejo adequado das reservas corporais é um ponto crítico para que vacas leiteiras possam expressar seu potencial produtivo, principalmente quando se trata de animais de alta produção. Quando as vacas estão muito gordas ou muito magras ao parto, apresentam maior risco de desenvolverem desordens metabólicas e demais doenças. Dessa forma, diferentemente do ECC, que só fornece um valor de origem categórica, o iECC fornece informação do quanto o ECC do animal deve se adequar para que o potencial produtivo seja atingido, ou ainda, demonstra se o animal já se encontra com ótimo ECC.

A técnica de pontuação do ECC é uma prática que tem sido amplamente utilizada na bovinocultura leiteira para estimar de forma rápida e barata as reservas energéticas dos animais em intervalos regulares (Klopcic et al., 2011). Embora muitos possam ver o ECC como uma prática nutricional, o manejo do ECC em fazendas leiteiras tem implicações diretas no rendimento do leite, na saúde do rebanho, no desempenho reprodutivo, no bem-estar animal e na lucratividade geral da fazenda (Bewley; Schutz, 2008). Os benefícios de utilizar dados de ECC como ferramenta para auxiliar no manejo nutricional e reprodutivo de vacas leiteiras já foram amplamente descritos na literatura (Domecq et al., 1997, Moreira et al., 2000, Pryce et al., 2001, Carvalho et

al., 2014). Entretanto, apesar do impacto positivo, a aferição sistemática do ECC de vacas de leite é uma prática pouco utilizada como rotina na fazenda leiteira. Dessa forma, a transformação de dados de ECC em um índice, como o iECC, pode tornar a avaliação do ECC uma prática a ser cada vez mais adotada em propriedades leiteiras.

No Experimento 1, vacas que perderam $> 0,5$ unidades de ECC no PPP, tiveram maior β HBO, menor iECC e maior AIG do que vacas que perderam menos ECC. Essas variáveis indicam que vacas que perdem mais ECC tiveram BEN mais severo no PPP. O metabolismo das vacas de leite no PPP é diretamente afetado pelo ECC ao parto. Vacas que perdem mais ECC são mais propensas a terem problemas como cetose e gordura no fígado (para revisão, Garnsworth; Wiseman, 2006). Vacas que ao parto apresentam ECC $\geq 3,5$ têm 2,3 a 2,8 vezes mais chances de apresentarem cetose comparadas com vacas que pariram com ECC $\leq 3,25$ (Gillund et al., 2001). Metabólitos sanguíneos podem ser usados como indicadores de situação nutricional e para estimar o risco de doenças; Ward et al. (1995) observaram que as concentrações de β HBO foram mais altas quando as vacas estavam com ECC > 3 ao parto do que vacas com ECC < 3 . No presente estudo, foi observado associação similar entre perda de ECC e concentração sérica de β HBO. Vacas que perderam mais ECC foram as que pariram com ECC médio de 3,9 mmol/L e tiveram maior concentração de β HBO. Mesmo moderado níveis de mobilização do tecido adiposo são associadas com BEN e com reduzida fertilidade em vacas pós-parto. Vários estudos indicam que as perdas excessivas de ECC no PPP estão associadas com aumento da concentração sérica de ácido graxos não esterificados (AGNE), redução de insulina, atraso na primeira ovulação pós-parto e redução de prenhez na primeira IA pós-parto (Butler et al., 2003, Carvalho et al., 2014, Middleton et al., 2019). Existe uma íntima relação entre o metabolismo e a retomada da atividade reprodutiva no PPP em vacas de leite. O intervalo parto – primeira ovulação para vacas que perdem $< 0,5$ ECC nos primeiros 30 dias PP (DPP) é de 30 dias, vacas que perdem de 0,5 a 1,0 ECC no mesmo período demoram 36 dias para ovular e vacas com perdem $> 1,0$ ECC demoram mais de 50 DPP para retomarem a atividade ovariana. Vacas que ganham ECC nas primeiras 12 semanas após o parto tiveram TCPS de 67% enquanto que vacas que perderam entre 0,5 e 1,0 ECC tiveram TCPS de 55% e vacas que perderam $> 1,0$ ECC tiveram TCPS de 47% (Bourchier et al., 1987). Butler (2005) concluiu que há uma

redução na TCPS de 10% a cada unidade de ECC perdida no PPP. Esses estudos indicam que a perda de ECC está diretamente relacionada com a redução da fertilidade no PPP. Dessa forma, reduzir perdas de ECC no PPP auxiliam o rebanho a atingir CAF. Esses ciclos, que devem ser a meta para sistemas de produção de leite, são ciclos produtivos onde os animais têm reduzida perda de ECC no PPP e, conseqüentemente, tem maior chance de conceber no início do período de serviço. Infelizmente o desempenho reprodutivo no PPP recente do presente estudo não foi avaliado, pois como se trata de animais de campos experimentais, os mesmos não puderam ser inseminados logo após o período voluntário de espera e, portanto, os dados reprodutivos não foram mensurados. Por outro lado, as variáveis metabólicas aferidas determinam o quanto o ECC pode afetar a produtividade de vacas pós-parto, tornando o manejo do ECC no PPP um importante aliado para o produtor que deseja obter o máximo de seu rebanho.

Foi observado que vacas que perderam muito ECC atingiram menor ECC aos 45 dias pós-parto, sendo que as vacas começaram a aumentar progressivamente o ECC no decorrer do estudo. Isso deve se ao fato de que o pico de lactação e a conseqüente maior demanda energética ocorreu em torno do dia 30 PP. Após o pico de lactação, as vacas começam a aumentar o consumo de matéria seca e é necessário um período para que esse incremento energético se transforme em aumento de ECC. Isso pode ser confirmado nos períodos subsequentes em que o ECC aumenta e a PL diminui. Além disso, ao observarmos os dados do iECC é possível identificar que vacas que perderam mais ECC pós-parto, atingiram melhor iECC no momento em que o ECC foi mais baixo. O que pode parecer um contrassenso é perfeitamente explicável pela recomendação de ECC em cada momento da lactação, pois animais que parem com ECC alto, tendem a perder mais ECC ao longo da lactação e, nesse caso, as vacas que perdem ECC entram em uma faixa de ECC recomendada por algum tempo. Por outro lado, observamos que o iECC de vacas que perderam pouco ECC foi sempre maior durante todo o período experimental. Além disso, o ECC de vacas que pariram com ECC adequado oscilou menos do que vacas que pariram com ECC acima do recomendado. Enquanto que vacas que perderam muito ECC tiveram redução de 0.9 unidades de ECC no PPP, vacas que perderam pouco ECC tiveram redução de 0.18 unidades de ECC no mesmo período.

Anteriormente a recomendação de ECC ao parto era maior do que as recomendações atuais (ECC ao parto = ~ 4 ; Lowman et al., 1976). Pensava-se que após o parto a vaca de leite iria “lactar” a gordura e, por sua vez, essa metabolização do tecido adiposo iria transformar-se em leite. Portanto, para maximizar a produção de leite era aceitável que as vacas parissem com ECC alto e depois perdessem mais ECC no início da lactação. Por outro lado, como podemos observar no presente experimento não houve diferença na PL entre vacas que perderam muito ou pouco ECC. Dessa forma, podemos concluir que vacas que chegam ao parto com ECC entre 3 e 3,25 são as vacas que perdem pouco ECC no PPP e as que apresentaram menor chance de desenvolver doenças metabólicas e, mais importante, sem perda na PL. Esses dados reforçam que o ECC alvo para vacas ao parto deve ser entre 3 e 3,25.

No presente estudo foi observado que o AIG pode também servir como marcador fenotípico para avaliar a mobilização do tecido adiposo em vacas de leite. Primeiramente essa abordagem foi realizada em gado de corte (Pfeifer et al., 2017), onde a relação entre AIG e ECC foi altamente correlacionada. Até onde pudemos observar, no presente estudo observamos pela primeira vez essa associação em vacas de leite.

No Experimento 2, desenho experimental não randomizado, ainda que um mês seja um período muito curto para que mudanças pontuais no manejo nutricional possam alterar de forma incisiva o ECC de vacas de leite, foi possível verificar uma melhora considerável no iECC dos animais. Logicamente esses dados preliminares devem ser observados com muita cautela pois trata-se de um experimento não randomizado e o mesmo apresenta fragilidade do delineamento experimental. Entretanto, impressiona que mesmo nessas condições, o iECC foi capaz de já detectar mudanças entre os manejos nutricionais utilizados.

Para a obtenção do iECC é necessário realizar uma série de cálculos matemáticos que podem parecer laboriosos e de difícil aplicação. Entretanto, esse documento foi desenvolvido para descrever e explicar os cálculos envolvidos no iECC, bem como validar o iECC por meio da experimentação. Para contornar o problema da usabilidade do iECC, a Embrapa Rondônia lançou em 2020 um aplicativo para smartphone, chamado +Leite, que realiza

o cálculo do iECC a partir da inserção de dados de data do parto e ECC de cada animal. Com isso, o software calcula o índice de escore de condição corporal (IECC) de acordo com a fase de lactação. Baseado no iECC, o +Leite ainda fornece recomendações sobre quais animais devem ganhar ou perder peso, de acordo com a recomendação de ECC ideal para cada fase de lactação. Além disso, o aplicativo permite que os históricos das avaliações sejam armazenados para que o usuário possa comparar a evolução zootécnica da propriedade e também comparar a eficiência entre propriedades. Além disso, a Embrapa disponibiliza uma planilha em excel automatizada, a qual só é necessário inserir os dados de ECC de cada vaca e a data do parto. Após esse preenchimento, a planilha demonstra automaticamente o iECC do rebanho (Disponível em: <http://jaci.cpafrro.embrapa.br/iECCleite.php>).

Conclusões

O cálculo do iECC demonstrou ser um índice capaz de detectar animais com melhor desempenho e apresenta-se como uma ferramenta funcional e importante para o manejo nutricional com potencial consequências na eficiência reprodutiva de rebanhos leiteiros. O cálculo do iECC permite que a avaliação do ECC seja sistematizada dentro dos sistemas de produção de leite. Dessa forma, a utilização do índice permite quantificar se potencial produtivo do rebanho está sendo explorado, oferecendo uma métrica e uma padronização de como lidar com os dados de ECC.

Referências

- BEWLEY, J. M.; SCHUTZ, M. M. An interdisciplinary review of body condition scoring for dairy cattle. **The Professional Animal Scientist**, v. 24, n. 6, p. 507-529, Dec. 2008.
- BOUCHIER, C. P.; GARNSWORTHY, P. C.; HUTCHINSON, J. M.; BENTON, T. A. The relationship between milk yield, body condition and reproductive performance in high-yielding dairy cows. **Proceedings of the British Society of Animal Production**, v. 1987, p. 2, Mar. 1987.
- BUTLER, S. T.; MARR, A. L.; PELTON, S. H.; RADCLIFF, R. P.; LUCY, M. C.; BUTLER, W. R. Insulin restores GH responsiveness during lactation-induced negative energy balance in dairy cattle: effects on expression of IGF-I and GH receptor 1A. **Journal of Endocrinology**, v. 176, n. 2, p. 205-217, Feb. 2003.
- BUTLER, W. R. Nutrition, negative energy balance and fertility in the postpartum dairy cow. **Cattle Practice**, v. 13, n. 1, p. 13-18, Feb. 2005.
- CARVALHO, P. D.; SOUZA, A. H.; AMUNDSON, M. C.; HACKBART, K. S.; FUENZALIDA, M. J.; HERLIHY, M. M.; AYRES, H.; DRESCH, A. R.; VIEIRA, L. M.; GUENTHER, J. N.; GRUMMER, R. R.; FRICKE, P. M.; SHAVER, R. D.; WILTBANK, M. C. Relationships between fertility and postpartum changes in body condition and body weight in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 6, p. 3666-3683, Apr. 2014.
- DOMECQ, J. J.; SKIDMORE, A. L.; LLOYD, J. W.; KANEENE, J. B. Relationship between body condition scores and conception at first artificial insemination in a large dairy herd of high yielding Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 1, p. 113-120, Jan. 1997.
- EDMONSON, A. J.; LEAN, J.; WEAVER, L. D.; FARVER, T.; WEBSTER, G. A body condition scoring chart for Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 72, n. 1, p. 68-78, Jan. 1989.
- FERRARETTO, L. F., H. GENCOGLU, K. S. HACKBART, A. B. NASCIMENTO, F. DALLA COSTA, R. W. BENDER, J. N. GUENTHER, R. D. SHAVER, AND M. C. WILTBANK. Effect of feed restriction on reproductive and metabolic hormones in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 2, p. 754-763, 2014.
- FERREIRA, A. M.; VIANA, J. H. M.; DE SÁ W. F.; CAMARGO, L. S. A.; VERNEQUE, R. S. Low level of nutrition and ovarian luteal cyclic activity in postpartum crossbred (Holstein x Zebu) cows. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 12, p. 2521-2528, 2000.
- GARNSWORTHY, P. C.; WISEMAN, J. Body condition score in dairy cows: targets for production and fertility. **Recent Advances in Animal Nutrition 2006**. Nottingham: Nottingham University Press, 2006. p. 61-86
- GILLUND, P.; REKSEN, O.; GROHN, Y. T.; KARLBERG, K. Body condition related to ketosis and reproductive performance in Norwegian dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 84, n. 6, p. 1390-1396, June 2001.
- HEUER, C.; SCHUKKEN, Y. H.; DOBBELAAR, P. Postpartum body condition score and results from the first test day milk as predictors of disease, fertility, yield, and culling in commercial dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 2, p. 295-304, Feb. 1999.
- KLOPČIČ, M.; HAMOEN, A.; BEWLEY, J. **Body condition scoring of dairy cows**. Domžale: Biotechnical Faculty, Department of Animal Science, 2011. 43 p.

LOPEZ, H.; CARAVIELLO, D. Z.; SATTER, L. D.; FRICKE, P. M.; WILTBANK, M. C. Relationship between level of milk production and multiple ovulations in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 88, n. 8, p. 2783-2793, Aug. 2005.

LOWMAN, B. G.; SCOTT, N. A.; SOMERVILLE, S. H. **Condition scoring of cattle**. Edinburgh: The East of Scotland College of Agriculture, 1976. p. 1-31. (Bulletin, 6).

MIDDLETON, E. L.; MINELA, T.; PURSLEY, J. R. The high-fertility cycle: How timely pregnancies in one lactation may lead to less body condition loss, fewer health issues, greater fertility, and reduced early pregnancy losses in the next lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 102, n. 6, p. 5577-5587, June 2019.

MOREIRA, F.; RISCO, C.; PIRES, M. F.; AMBROSE, J. D.; DROST, M.; DELORENZO, M.; THATCHER, W. W. Effect of body condition on reproductive efficiency of lactating dairy cows receiving a timed insemination. **Theriogenology**, v. 53, n. 6, p. 1305-1319, Apr. 2000.

MORRIS, R. S. Economic aspects of disease control programmes for dairy cattle. **Australian Veterinary Journal**, v. 47, n. 8, p. 358-363, Aug. 1971.

PFEIFER, L. F.; CASTRO, N. A.; NEVES, P. M.; CESTARO, J. P.; SIQUEIRA, L. G. Development and validation of an objective method for the assessment of body condition scores and selection of beef cows for timed artificial insemination. **Livestock Science**, v. 197, p. 82-87, Mar. 2017.

PRYCE, J. E.; COFFEY, M. P.; BROTHERSTONE, S. The genetic relationship between calving interval, body condition score and linear type and management traits in registered Holsteins. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 11, p. 2664-2671, Nov. 2000.

PRYCE, J. E.; COFFEY, M. P. SIMM, G. The relationship between body condition score and reproductive performance. **Journal of Dairy Science**, v. 84, n. 6, p. 1508-1515, June 2001.

RIBEIRO, E. S.; LIMA, F. S.; GRECO, L. F.; BISINOTTO, R. S.; MONTEIRO, A. P.; FAVORETO, M.; AYRES, H.; MARSOLA, R. S.; MARTINEZ, N.; THATCHER, W. W.; SANTOS, J. E. Prevalence of periparturient diseases and effects on fertility of seasonally calving grazing dairy cows supplemented with concentrates. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 9, p. 5682-5697, Sept. 2013.

SANTOS, J. E.; RUTIGLIANO, H. M.; SÁ FILHO, M. F. Risk factors for resumption of postpartum estrous cycles and embryonic survival in lactating dairy cows. **Animal Reproduction Science**, v. 110, n. 3-4, p. 207-221, Feb. 2009.

UNITED KINGDOM. Department of Environment, Food & Rural Affairs. Condition scoring of dairy cows. 2001. 12 p. Disponível em: <http://www.defra.gov.uk/foodfarm/farmanimal/welfare/onfarm/documents/pb6492.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2019.

WALTNER, S. S.; MCNAMARA, J. P.; HILLERS, J. K. Relationships of body condition score to production variables in high producing Holstein dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 11, p. 3410-3419, Nov. 1993.

WARD, W. R.; MURRAY, R. D.; WHITE, A. R.; REES, E. M. The use of blood biochemistry for determining the nutritional status of dairy cows. **Recent Advances in Animal Nutrition 1995**. Nottingham: Nottingham University Press, 1994. p. 29-51.



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL