

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

John Lenon Klein

**NUTRIÇÃO MATERNA DURANTE O TERÇO FINAL DE GESTAÇÃO:
REFLEXOS SOBRE O DESEMPENHO NA TERMINAÇÃO E
CARACTERÍSTICAS PÓS-ABATE DA PROGÊNIE**

Santa Maria, RS, Brasil
2023

John Lenon Klein

**NUTRIÇÃO MATERNA DURANTE O TERÇO FINAL DE GESTAÇÃO:
REFLEXOS SOBRE O DESEMPENHO NA TERMINAÇÃO E CARACTERÍSTICAS
PÓS-ABATE DA PROGÊNIE**

Tese apresentada ao curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Doutor em Zootecnia**.

Orientador: Prof. Dr. Dari Celestino Alves Filho

Santa Maria, RS
2023

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001

Klein, John Lenon
NUTRIÇÃO MATERNA DURANTE O TERÇO FINAL DE GESTAÇÃO:
REFLEXOS SOBRE O DESEMPENHO NA TERMINAÇÃO E
CARACTERÍSTICAS PÓS-ABATE DA PROGÊNIE / John Lenon Klein.
2023.
59 f.; 30 cm

Orientador: Dari Celestino Alves Filho
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós
Graduação em Zootecnia, RS, 2023

1. Carcaça 2. Comportamento 3. Confinamento 4.
Programação fetal 5. Restrição alimentar I. Alves Filho,
Dari Celestino II. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, JOHN LENON KLEIN, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Tese) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

John Lenon Klein

**NUTRIÇÃO MATERNA DURANTE O TERÇO FINAL DE GESTAÇÃO:
REFLEXOS SOBRE O DESEMPENHO NA TERMINAÇÃO E CARACTERÍSTICAS
PÓS-ABATE DA PROGÊNIE**

Tese apresentada ao curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Doutor em Zootecnia**.

Aprovado em 27 de Março de 2023:

Dari Celestino Alves Filho, Dr. (UFSM)
(Presidente, Orientador)

Luiz Ângelo Damian Pizzuti, Dr. (UFSM)

Ricardo Zambarda Vaz, Dr. (UFSM)

Rangel Fernandes Pacheco, Dr. (IFFar)

Diego Soares Machado, Dr. (IFFar)

Santa Maria, RS
2023

DEDICATÓRIA

Aos meus pais *José Leonor Klein* e *Nelci Teresinha Bernat Klein*, à minha irmã *Thais Gisele Klein*, e aos demais amigos e familiares que de alguma maneira me apoiaram e foram essenciais para a conclusão de mais esta etapa acadêmica e profissional.

Amo todos vocês!

“Seja a mudança que você quer ver no mundo”

– Mahatma Gandhi –

RESUMO

NUTRIÇÃO MATERNA DURANTE O TERÇO FINAL DE GESTAÇÃO: REFLEXOS SOBRE O DESEMPENHO NA TERMINAÇÃO E CARACTERÍSTICAS PÓS-ABATE DA PROGÊNIE

AUTOR: John Lenon Klein

ORIENTADOR: Dari Celestino Alves Filho

O objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos dos níveis nutricionais no terço final de gestação de vacas de corte sobre o desempenho na terminação e características pós-abate da progênie. Foram utilizados 41 novilhos de vacas submetidas a diferentes níveis nutricionais no terço final de gestação: 13 vacas sem suplementação em pastagem nativa sob restrição nutricional (RES); 16 vacas suplementadas para atender 100% da energia e proteína para manutenção (REQ); 12 vacas suplementadas para atender 150% da energia e proteína para manutenção (HIGH). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos e diferentes números de repetições. A nutrição materna na gestação não afetou o consumo diário de matéria seca (9,79 kg), porém, novilhos HIGH apresentaram tendência para maior tempo diário de alimentação (3,59 vs 3,28 e 3,25 horas) e menor tempo de ócio (11,76 vs 12,41 e 12,15 horas) em relação aos RES e REQ, respectivamente. O desempenho da progênie não foi influenciado pela nutrição materna na gestação, com ganho de peso diário de 1,209 kg e peso médio de abate de 526,13 kg. Porém, novilhos REQ apresentaram menor índice para Consumo Alimentar Residual (CAR), enquanto a progênie HIGH foi maior para Ganho de Peso residual (GPR). Animais HIGH apresentaram maior ganho de escore de condição corporal (0,91 vs 0,54 pontos) e tiveram menor concentração da enzima Aspartato transaminase (97,57 vs 112,43 U/L) em relação à RES. Os demais metabólitos sanguíneos foram semelhantes entre as progênies RES, REQ e HIGH ($P>0,05$). Dentre as medidas pós-abate, novilhos REQ apresentaram menor participação de trato gastrointestinal (7,63 vs 8,22 e 8,28%) e de rúmen (2,24 vs 2,45 e 2,50%) em relação ao corpo vazio. Novilhos HIGH (11,41 pontos) apresentaram tendência para menor conformação de carcaça em relação aos novilhos RES e REQ (12,00 e 12,68 pontos, respectivamente), mas tenderam a ter carne mais succulenta nas análises sensoriais (7,27 vs 6,94 e 6,66 pontos, na mesma ordem). Os demais parâmetros sensoriais, bem como as características qualitativas da carne não foram influenciadas pela nutrição materna na gestação ($P>0,05$). Desta forma, os resultados obtidos no presente estudo sugerem que a melhor nutrição materna no terço final de gestação produz indivíduos mais eficientes (REQ) e mais produtivos (HIGH) em sistemas de terminação em confinamento. Além disso, fornecer nutrientes acima da exigência materna no terço final de gestação melhora a saúde hepática e a qualidade do produto cárneo que chega ao consumidor. Por outro lado, a restrição nutricional materna na gestação leva a formação de um “fenótipo econômico” na prole RES, aspecto que pode levar ao ganho compensatório de peso e suprimir os efeitos da programação fetal na vida adulta.

Palavras-chave: carcaça, comportamento, confinamento, marmoreio, programação fetal, restrição alimentar.

ABSTRACT

MATERNAL NUTRITION DURING THE FINAL THIRD OF GESTATION: REFLECTIONS ON TERMINATION PERFORMANCE AND POST- SLAUGHTER PROGENY CHARACTERISTICS

AUTHOR: John Lenon Klein
ADVISOR: Dari Celestino Alves Filho

The objective of the present work was to evaluate the effects of nutritional levels in the final third of gestation of beef cows on performance at finishing and post-slaughter characteristics of the progeny. Forty-one steers from cows submitted to different nutritional levels in the final third of pregnancy were used: 13 cows without supplementation on native pasture under nutritional restriction (RES); 16 cows supplemented to meet 100% energy and protein for maintenance (REQ); 12 cows supplemented to meet 150% energy and protein for maintenance (HIGH). The experimental design was completely randomized, with three treatments and different numbers of repetitions. Maternal nutrition during gestation did not affect daily dry matter intake (9.79 kg), however, HIGH steers tended to have longer daily feeding times (3.59 vs. 3.28 and 3.25 hours) and shorter idle (11.76 vs 12.41 and 12.15 hours) in relation to RES and REQ, respectively. Progeny performance was not influenced by maternal nutrition during gestation, with daily weight gain of 1.209 kg and average slaughter weight of 526.13 kg. However, REQ steers had a lower rate for Residual Feed Intake (CAR), while HIGH progeny had a higher rate for Residual Weight Gain (GPR). HIGH animals showed greater gain in body condition score (0.91 vs 0.54 points) and had lower concentration of the enzyme Aspartate transaminase (97.57 vs 112.43 U/L) in relation to RES. The other blood metabolites were similar between the RES, REQ and HIGH progenies ($P>0.05$). Among the post-slaughter measurements, REQ steers had a lower participation of the gastrointestinal tract (7.63 vs 8.22 and 8.28%) and rumen (2.24 vs 2.45 and 2.50%) in relation to body weight. empty. HIGH steers (11.41 points) tended to have lower carcass conformation than RES and REQ steers (12.00 and 12.68 points, respectively), but tended to have juicier meat in sensory analyzes (7.27 vs. 6.94 and 6.66 points, in the same order). The other sensory parameters, as well as the qualitative characteristics of the meat, were not influenced by maternal nutrition during gestation ($P>0.05$). Thus, the results obtained in the present study suggest that better maternal nutrition during final third of gestation produce more efficient (REQ) and more productive (HIGH) individuals in feedlot finishing systems. In addition, providing nutrients above the maternal requirement in the final third of gestation improves liver health and the quality of the meat product that reaches the consumer. On the other hand, maternal nutritional restriction during gestation leads to the formation of an “thrifty phenotype” in the RES offspring, an aspect that can lead to compensatory weight gain and suppress the effects of fetal programming in adult life.

Keywords: Behavior, carcass, feedlot, feed restriction, fetal programming, marbling.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Concentração sérica de Aspartato transaminase e glicose da progênie de vacas mantidas em diferentes níveis nutricionais no terço final de gestação.31

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1 - Composição bromatológica da fração concentrada e consumos de nutrientes pelas matrizes no terço final de gestação.	25
Tabela 2 - Comportamento ingestivo da progênie de vacas submetidas a diferentes níveis nutricionais durante o terço final de gestação.	28
Tabela 3 - Desempenho produtivo da progênie de vacas de corte submetidas a diferentes níveis nutricionais no terço final de gestação.	29
Tabela 4 - Metabólitos sanguíneos da progênie de vacas de corte submetidas a diferentes níveis nutricionais no terço final de gestação.	30

CAPÍTULO II

Tabela 1 - Composição bromatológica da fração concentrada e consumos de nutrientes pelas matrizes no terço final de gestação.	41
Tabela 2 - Composição corporal da progênie de vacas submetidas a diferentes níveis nutricionais no terço final de gestação.	45
Tabela 3 - Características da carcaça da progênie de vacas de corte submetidas a diferentes níveis nutricionais no terço final de gestação.	46
Tabela 4 - Características qualitativas da carne da progênie de vacas de corte submetidas a diferentes níveis nutricionais no terço final de gestação.	47
Tabela 5 - Características sensoriais da carne da progênie de vacas de corte submetidas a diferentes níveis nutricionais no terço final de gestação.	47

LISTA DE ANEXOS

Anexo A- Carta de aprovação do comitê de ética no uso de animais da UFSM.....	58
---	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	HIPÓTESE	13
1.2	OBJETIVOS	13
1.2.1	Objetivo geral	13
1.2.2	Objetivos específicos	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	SISTEMA DE PRODUÇÃO DE BEZERROS	14
2.2	DESENVOLVIMENTO FETAL: MIOGÊNESE E ADIPOGÊNESE	15
2.3	NUTRIÇÃO MATERNA NA GESTAÇÃO E DESEMPENHO DA PROGÊNIE.....	16
2.4	PROGRAMAÇÃO FETAL E A QUALIDADE DA CARNE DA PROGÊNIE	17
3	DESENVOLVIMENTO	20
3.1	CAPÍTULO I	21
3.2	CAPÍTULO II.....	38
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
	REFERÊNCIAS.....	55

1 INTRODUÇÃO

Dentre os fatores que influenciam na produtividade das fazendas podemos destacar a produção de bezerros, bem como a qualidade destes animais. De modo geral, o rebanho de cria é mantido em sistemas extensivos baseados em forragem, sistema este que sofre variação na quantidade e qualidade da forragem disponível às matrizes e, conseqüentemente, animais em restrição alimentar em determinados períodos do ano (GUTIÉRREZ et al., 2014).

Estudos afirmam que a ingestão de nutrientes pelas matrizes gestantes possui grande influência no desenvolvimento pré-natal do feto e posterior desempenho da progênie (DU et al., 2010; REYNOLDS et al., 2019), num conceito conhecido como programação fetal. Esta expressão é utilizada para descrever os impactos que os insultos ao ambiente intrauterino durante o desenvolvimento fetal podem causar a longo prazo na progênie. Segundo relatos de Reynolds et al. (2019), as adaptações metabólicas e funcionais dos órgãos e sistemas corporais servem de mecanismo para uma rápida adaptação ambiental do feto ao ambiente de crescimento, ou seja, ele será programado conforme o ambiente uterino.

Em sua revisão de literatura, Tsuneda et al. (2017) afirmam ser a nutrição materna na gestação um dos fatores que mais interferem no desenvolvimento da prole, onde tanto a subnutrição como a supernutrição podem modificar o metabolismo e a fisiologia do bezerro após o nascimento. Diversos estudos têm observado efeitos da nutrição materna na gestação sobre o desempenho inicial da progênie, principalmente em períodos favoráveis nutricionalmente até o desmame (Bohnert et al., 2013; Wilson et al., 2016; Maresca et al., 2018). Os efeitos da programação fetal a longo prazo são menos perceptíveis, conforme explicam Klein et al. (2021a) em estudo meta-analítico. Os autores afirmam que os resultados produtivos na vida adulta são muito influenciados pelo sistema pós-parto de produção e conseqüentemente pela adaptação da progênie ao meio de criação.

Contudo, além de mudanças no desempenho da progênie, a nutrição materna na gestação pode influenciar a qualidade da carne dos bovinos. Du et al. (2010) explicam que a restrição alimentar da vaca entre o 3º e 8º mês de gestação está associada à redução da hiperplasia muscular, resultando em menor massa corporal no feto. Porém, quando a falta de alimento for no último trimestre de gestação, poderá ocorrer prejuízos na hipertrofia das fibras musculares, bem como na síntese de adipócitos, culminando respectivamente em menor peso ao nascimento do bezerro e menor grau de marmoreio na carne destes animais quando abatidos.

Pouco se sabe sobre os reais efeitos da superalimentação da vaca gestante sobre o futuro desempenho da prole, uma vez que existem diferentes formas e sinalizadores nutricionais que

interferem na diferenciação e proliferação celular (DU et al., 2013). Diante das dificuldades de reduzir os efeitos da variação ambiental que interferem na programação fetal (idade da vaca, período de gestação, tempo e intensidade do insulto nutricional, etc.), faz-se necessários novos estudos para avaliar os efeitos da nutrição materna na gestação sobre a qualidade da progênie, aspecto que contribui para produzir animais superiores na propriedade.

1.1 HIPÓTESE

A nutrição de vacas de corte durante o terço final de gestação influencia o potencial produtivo da progênie durante a fase de terminação em confinamento, bem como as características da carcaça e carne dos animais.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Gerar informações dos efeitos da nutrição materna durante o terço final de gestação de vacas de corte mantidas em pastagem natural do Bioma Pampa sobre a produtividade durante a fase de terminação e nas características pós-abate da progênie.

1.2.2 Objetivos específicos

Observar o comportamento ingestivo de novilhos confinados durante o período de terminação oriundos de diferentes níveis nutricionais no último terço de gestação.

Analisar a concentração sérica dos metabólitos sanguíneos de bovinos formados sob diferentes níveis nutricionais no último terço de gestação.

Avaliar o desempenho e a eficiência produtiva de novilhos gestados sob diferentes níveis nutricionais no último terço de gestação durante a fase de terminação em sistema de confinamento.

Estudar as características quantitativas e qualitativas da carcaça de novilhos nascidos de matrizes com diferentes níveis de nutrição no terço final de gestação.

Avaliar as características sensoriais da carne da progênie oriunda de vacas sob distintos níveis nutricionais durante o último trimestre gestacional.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SISTEMA DE PRODUÇÃO DE BEZERROS

A criação de bovinos de corte no Brasil baseia-se principalmente em sistemas forrageiros a base de pastagens naturais e com poucas práticas de manejo, sendo geralmente as áreas marginais destinadas ao rebanho de cria. Nesse modelo de produção, a eficiência produtiva pode ser considerada baixa perante países com destaque na produção pecuária, com uma taxa de desmame anual de bezerros de apenas 54,5%, o que corresponde a 27,7% de bezerros desmamados em relação ao rebanho total (ANUALPEC, 2018).

O sistema de produção baseado em pastagens, seja nativa ou cultivada, sofre influência da variação da quantidade e qualidade das forragens durante a estação do ano, onde geralmente vacas passam a fase de gestação em períodos mais críticos, com o intuito de favorecer o nascimento dos bezerros e a lactação. A falta de forragem é comum de ocorrer em várias regiões do mundo, sendo este déficit normalmente associado às secas e frio intenso, o que resulta em baixa oferta de forragem e conseqüentemente vacas em condições de restrição alimentar durante a gestação (DU et al., 2013; GUTIÉRREZ et al., 2014).

A baixa ingestão de nutrientes pelas vacas durante a gestação culmina em baixo escore de condição corporal (ECC) ao parto, como descrito por Bohnert et al. (2013). Além disso, Oliveira Filho et al. (2010) afirmam que o baixo escore corporal ao parto está relacionado com o atraso no crescimento folicular e conseqüentemente no longo intervalo entre o parto e o primeiro cio fértil. Atualmente, o status nutricional da matriz tem sido relacionado tanto à eficiência reprodutiva do rebanho de cria (VAZ et al., 2014; COOPER-PRADO et al., 2018), como ao maior desempenho pós-natal da progênie (LARSON et al., 2009; BOHNERT et al., 2013).

Desta forma, o uso de alternativas para aumentar a ingestão de nutrientes pelas matrizes durante a gestação, tais como a suplementação e/ou pastagens cultivadas vem ganhando importância no sistema de produção de bezerros, uma vez que a oferta de nutrientes afeta as condições intrauterinas do feto em desenvolvimento, em um conceito conhecido como programação fetal (BROADHEAD et al., 2019). A partir deste conceito, o potencial produtivo da progênie pode ser programado ou influenciado conforme as condições intrauterinas que o enfrentará durante a o período de formação fetal.

2.2 DESENVOLVIMENTO FETAL: MIOGÊNESE E ADIPOGÊNESE

Após o reconhecimento materno da gestação, inicia-se o desenvolvimento fetal intra-uterino. Nos primeiros meses de gestação, ocorre a formação dos principais sistemas, tecidos e órgãos do organismo do concepto (HYTTEL et al., 2012). Nesta etapa da formação fetal ocorre sobretudo o desenvolvimento uterino e a intensa vascularização entre a placenta e útero materno, estabelecendo a circulação sanguínea entre a matriz e o feto, fator necessário para que ocorra efetivamente a transferência de nutrientes da mãe para o feto (FORD et al., 2007).

Favorecer este processo é de extrema importância, pois segundo Du et al. (2010), os ruminantes não conseguem potencializar a absorção de nutrientes por unidade de sangue circulante, sendo o aumento do fluxo sanguíneo e o estabelecimento da circulação fetal fundamentais para o crescimento e desenvolvimento normal do feto. Além de afetar o desenvolvimento placentário e conseqüentemente as trocas de oxigênio e nutrientes entre a mãe e o feto, a restrição de nutrientes durante a gestação pode influenciar no desempenho pós-natal da progênie, uma vez que o déficit nutricional interfere nos processos do desenvolvimento dos órgãos e tecidos, dentre eles o muscular esquelético. As mudanças estruturais e funcionais dos órgãos causadas pela oferta de nutrientes durante a gestação, segundo Reynolds et al. (2019), servem para permitir uma rápida adaptação do feto em desenvolvimento à pressão de seleção ambiental uterina.

Durante o desenvolvimento do feto, órgãos vitais como o coração e o cérebro possuem prioridades na partição de nutrientes, sendo processos como a miogênese prejudicados na restrição alimentar materna. Segundo Bauman e Currie (1980), mecanismos homeostáticos e homeorreicos regulam a distribuição dos nutrientes. A homeostase é definida como a manutenção do equilíbrio fisiológico para manter as condições constantes no ambiente interno, regulando as funções de forma constante e pré-estabelecidas. Já o conceito de homeorrese está baseado nas mudanças orquestradas para as prioridades de um determinado estado fisiológico, ou seja, é a coordenação do metabolismo em vários tecidos para suportar um estado fisiológico, atuando por mecanismos subjacentes que definem as prioridades e as modificam para o tecido em questão, como no caso da gestação (BAUMAN e CURRIE, 1980).

Assim, um ambiente intra-uterino com baixo fluxo de nutrientes para o feto resultará em menor síntese de fibras musculares (hiperplasia) e menor crescimento destas fibras durante o terço final de gestação (hipertrofia), aspectos que segundo Du et al. (2010) reduzem a massa muscular e peso do feto ao nascimento. Os mesmos autores afirmam que a restrição alimentar da vaca no terço final de gestação pode afetar também a síntese de adipócitos intramusculares

(adipogênese), os quais servirão como sítios de deposição de gordura de marmoreio, muito apreciada por mercados mais exigentes. Maresca et al. (2019) testaram níveis de proteína durante a gestação tardia e observaram aumento do número total de fibras musculares e conseqüentemente maior área de *Longíssimus dorsi* na progênie de vacas com maior nível proteico na gestação. Desta forma, o favorecimento da miogênese e adipogênese pela nutrição materna pode melhorar tanto a produtividade da progênie, como a qualidade do produto final, uma vez que ocorre maior deposição muscular e marmorização da carne destes animais.

2.3 NUTRIÇÃO MATERNA NA GESTAÇÃO E DESEMPENHO DA PROGÊNIE

Na exploração de bovinos de corte, o principal tecido comercializado é o músculo esquelético, cuja formação depende da miogênese e adipogênese no período intrauterino. Como visto anteriormente, estes processos são afetados pela nutrição materna durante a gestação, resultando em menor qualidade da progênie. Trabalhando com diferentes níveis nutricionais no final da gestação, Bohnert et al. (2013) e Klein et al. (2021b) observaram que a progênie de vacas com maior ingestão de nutrientes na gestação foi mais pesada ao nascimento (40,8 vs 39,3 kg) e ao desmame (191,0 vs 183,0 kg), atribuindo essas diferenças à programação fetal.

Wilson et al. (2016) forneceram suplementação com 100 ou 125% das exigências de nutrientes digestíveis totais (NDT) no terço final de gestação, e verificaram maiores pesos ao nascimento nos bezerros filhos de vacas com maior energia na dieta (44,0 vs 41,0 kg), como reflexo do favorecimento da hipertrofia muscular no final da gestação. Efeitos da dieta de vacas gestantes sobre o desempenho da progênie também foram obtidas por Maresca et al. (2018), os quais obtiveram bezerros mais pesados ao nascimento (28,2 vs 26,6 kg) quando nascidos de vacas com maior ingestão proteica na gestação. Em ambos os estudos, as diferenças de peso entre as progênies se mantiveram ou até mesmo aumentaram até o abate dos animais, o que reflete em maior receita bruta na comercialização.

Além da melhor formação do músculo esquelético, o desempenho da progênie de vacas com maior nível nutricional pode ser reflexo das mudanças estruturais e funcionais dos órgãos. Em complemento, Gaccioli et al. (2013) afirmam que no quadro de desnutrição, o transporte de nutrientes ao feto pode ser reduzido e vice-versa nos casos de supernutrição, resultando em mudanças na disponibilidade de nutrientes (glicose, ácidos graxos e aminoácidos, por exemplo), aspecto que finalmente pode afetar o crescimento e desenvolvimento de tecidos fetais. Segundo Symonds et al. (2010), o desfavorecimento do ambiente uterino durante a fase inicial de gestação pode resultar em alterações nos mecanismos homeostáticos do fígado e

pâncreas, influenciando a capacidade da progênie em metabolizar os nutrientes. Washburn et al. (2016) demonstraram que as funções pancreáticas são sensíveis aos insultos nutricionais durante a gestação. Os autores observaram redução na massa de células β -pancreáticas fetais e aumento na taxa de apoptose destas células na progênie de vacas restritas, aspectos que podem interferir na eficiência da utilização da glicose e, conseqüentemente, no desempenho animal.

Além disso, as mudanças fisiológicas e funcionais dos órgãos e sistemas corporais podem influenciar negativamente os padrões comportamentais da progênie (REYNOLDS et al. 2019), aspecto importante quando se objetiva máximo potencial produtivo. Contudo, os resultados apresentados na literatura sobre os efeitos da programação fetal na vida adulta da progênie ainda são muito contraditórios e escassos. Esses aspectos podem ser explicados pela capacidade de adaptação ambiental dos animais. Segundo Webb et al. (2019), a desnutrição ou a restrição alimentar durante a gestação acaba produzindo um fenótipo “econômico” que possui maiores habilidades adaptativas quando expostos a ambientes nutricionais desfavoráveis na vida adulta.

Testando diferentes níveis nutricionais nos últimos terços de gestação, Duarte et al. (2013) observaram que filhos de vacas submetidas à restrição nutricional apresentam compensação na formação do trato digestório, mais especificamente do intestino delgado, onde houve aumento no comprimento tanto do intestino delgado, como das vilosidades intestinais para otimização da absorção dos nutrientes. Essas adaptações metabólicas e funcionais nos órgãos e tecidos corporais da progênie desafiada na gestação pode interferir na resposta produtiva destes indivíduos após o nascimento. Desta forma, alguns estudos não mostraram diferenças no desempenho do confinamento ou nas características da carcaça entre as progênies de vacas suplementadas e não suplementadas durante a gestação tardia (MULLINIKS et al., 2012; BROADHEAD et al., 2016). Os autores explicam que as razões para esses resultados variados se originam das diferenças no manejo a longo prazo do rebanho, condições ambientais, composição genética do rebanho, eficiência metabólica e capacidade de adaptação às condições ambientais após o nascimento.

2.4 PROGRAMAÇÃO FETAL E A QUALIDADE DA CARNE DA PROGÊNIE

Estudos recentes apontam influências da nutrição materna durante a gestação sobre a qualidade da carne da progênie, uma vez que pode interferir na diferenciação celular e formação do tecido muscular esquelético (DU et al., 2010). Avaliando os efeitos da alimentação materna sobre as características da carcaça dos filhos, Underwood et al. (2010) observaram maior espessura de gordura na 12^o costela em carcaças da progênie de vacas que gestaram em

pastagem nativa melhorada (1,51 vs 1,11 cm), além de maior peso final dos novilhos (560,2 vs 538,0 kg). Em estudo semelhante, Larson et al. (2009) obtiveram maior escore de marmoreio na carne de novilhos filhos de vacas suplementadas no último trimestre de gestação. A gordura de marmoreio possui efeitos favoráveis sobre a maciez, palatabilidade e suculência da carne, fatores relevantes para a atração dos consumidores.

Trabalhando com 64 e 121% das exigências de proteína para vacas gestantes no final da gestação, Maresca et al. (2019) obtiveram maior área de *Longissimus dorsi* (63,74 e 69,39 cm², respectivamente) na progênie de vacas alimentadas com alto teor de proteína. Do mesmo modo, Webb et al. (2019) testaram 80 e 108% das exigências de proteína para vacas gestantes e observaram maior teor de gordura e menor força de cisalhamento na carne da progênie de vacas com maior nível proteico na dieta. Esses resultados apontam fortes efeitos, mas ainda dispersos, da programação fetal sobre a qualidade da carne da progênie, aspectos primordiais para boa aceitação do produto pelos consumidores.

A formação do tecido conjuntivo, principalmente de colágeno que envolve as fibras musculares, também pode ser influenciada pela nutrição da vaca gestante. Isso se deve pela sobreposição entre a adipogênese e fibrinogênese no final da gestação. A maior ingestão de nutrientes pela vaca pode aumentar o comprometimento de células multi-potentes para formar adipócitos, reduzindo o número de células disponíveis para a síntese de tecido conjuntivo (DU et al., 2013). Assim, o aumento da adipogênese intramuscular somada ao detrimento da fibrinogênese, ambas causadas pela melhora da nutrição materna na gestação, poderão aumentar a maciez da carne da progênie, aspecto importante ao consumidor final. Mohrhauser et al. (2015) complementam que pelo fato dos processos miogênicos, adipogênicos e fibrinogênicos se originarem das mesmas células indiferenciadas, uma maior quantidade de colágeno vai corresponder à redução de células musculares e adipócitas.

Entretanto, os efeitos da programação fetal sobre as características da carne são fortemente influenciadas pelo genótipo dos indivíduos. Chen et al. (2019) testaram a expressão gênica em raças com potencial de marmoreio e verificaram que o grupo de animais que apresentou maior teor de gordura intramuscular apresentou maior expressão de genes relacionados com a adipogênese, enquanto que genes fibrogênicos e miogênicos foram se expressar mais no grupo de baixo marmoreio no *Longissimus dorsi*.

Independente de favoráveis ou não, todas as alterações ocorridas durante a formação fetal, tanto na formação dos órgãos corporais, como mudanças no tecido muscular, são causas epigenéticas. A epigenética pode ser caracterizada como mecanismos que regulam a expressão

de genes, os quais são ativados por estímulos ambientais, tais como a nutrição intrauterina (GUTIÉRREZ et al., 2014).

Diante do exposto anteriormente, muitas são as influências da nutrição materna na gestação sobre o potencial produtivo dos descendentes. Assim, estudos focados em programação fetal apresentam grande potencial de crescimento, uma vez que apesar de significantes, os resultados das pesquisas ainda são muito contraditórios e dispersos, onde torna-se difícil a compreensão dos resultados como um todo para melhor associação com a produtividades da progênie.

3 DESENVOLVIMENTO

Essa tese foi desenvolvida na forma de artigos formatados conforme as normas Manual de Dissertações e Teses – UFSM (2021).

3.1 CAPÍTULO I

EFEITO DA NUTRIÇÃO MATERNA NO TERÇO FINAL DE GESTAÇÃO NO COMPORTAMENTO INGESTIVO E DESEMPENHO DA PROGÊNIE NA FASE DE TERMINAÇÃO

Resumo: O objetivo do estudo foi avaliar os efeitos da nutrição materna na gestação sobre o comportamento ingestivo e o desempenho da progênie durante a terminação em confinamento. Foram utilizados 41 novilhos filhos de vacas submetidas a diferentes níveis nutricionais no terço final de gestação: 13 vacas sem suplementação em pastagem nativa sob restrição nutricional (RES); 16 vacas suplementadas para atender 100% da energia e proteína para manutenção (REQ); 12 vacas suplementadas para atender 150% da energia e proteína para manutenção (HIGH). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado. A nutrição materna na gestação não afetou o consumo diário de matéria seca (9,79 kg) e demais nutrientes pela progênie. Novilhos HIGH apresentaram tendência para maior tempo diário de alimentação (3,59 vs 3,28 e 3,25 horas) e menor tempo de ócio (11,76 vs 12,41 e 12,15 horas) em relação aos RES e REQ, respectivamente. O desempenho da progênie não foi influenciado pela nutrição materna na gestação, com ganho de peso diário de 1,209 kg e peso médio de abate de 526,13 kg. Porém, novilhos REQ apresentaram menor índice para Consumo Alimentar Residual (CAR), enquanto a progênie HIGH foi maior para Ganho de Peso residual (GPR). Animais HIGH apresentaram maior ganho de escore de condição corporal (0,91 vs 0,54 pontos) e tiveram menor concentração da enzima Aspartato transaminase (97,57 vs 112,43 U/L) em relação à RES. Os demais metabólitos sanguíneos foram semelhantes entre as progênies RES, REQ e HIGH ($P>0,05$). A nutrição materna na gestação não altera os parâmetros comportamentais da progênie, porém, novilhos REQ são mais eficientes durante a terminação em confinamento, enquanto que novilhos HIGH são mais produtivos nesse sistema de produção. Fornecer nutrientes acima da exigência materna no terço final de gestação melhora a saúde hepática e a utilização de nutrientes pela progênie.

Palavras-Chave: confinamento, eficiência produtiva, ganho de peso, programação fetal, restrição nutricional

EFFECT OF MATERNAL NUTRITION IN THE FINAL THIRD OF GESTATION ON INGESTIVE BEHAVIOR AND PROGENY PERFORMANCE IN THE TERMINATION PHASE

Abstract: The aim of the study was to evaluate the effects of maternal nutrition during gestation on the ingestive behavior and performance of the progeny during feedlot finishing. Forty-one steers born from cows submitted to different nutritional levels in the final third of pregnancy were used: 13 cows without supplementation on native pasture under nutritional restriction (RES); 16 cows supplemented to meet 100% energy and protein for maintenance (REQ); 12 cows supplemented to meet 150% energy and protein for maintenance (HIGH). The experimental design was completely randomized. Maternal nutrition during gestation did not affect the daily consumption of dry matter (9.79 kg) and other nutrients by the progeny. HIGH steers tended to have a longer daily feeding time (3.59 vs. 3.28 and 3.25 hours) and a shorter resting time (11.76 vs. 12.41 and 12.15 hours) in relation to RES and REQ, respectively. Progeny performance was not influenced by maternal nutrition during gestation, with daily weight gain of 1.209 kg and average slaughter weight of 526.13 kg. However, REQ steers had a lower rate for Residual Feed Intake (RFI), while HIGH progeny had a higher rate for Residual Weight Gain (RWG). HIGH animals showed greater gain in body condition score (0.91 vs 0.54 points) and had lower concentration of the enzyme Aspartate transaminase (97.57 vs 112.43 U/L) in relation to RES. The other blood metabolites were similar between the RES, REQ and HIGH progenies ($P>0.05$). Maternal nutrition during gestation does not change the behavioral parameters of the progeny, however, REQ steers are more efficient during feedlot finishing, while HIGH steers are more productive in this production system. Providing nutrients above the maternal requirement in the final third of gestation improves liver health and nutrient utilization by the progeny.

Keywords: Body gain, feedlot, fetal programming, nutritional restriction, productive efficiency

INTRODUÇÃO

Alterações no ambiente uterino que ocorrem durante a gestação têm sido associado com o desempenho da progênie após o nascimento. Esse conceito é conhecido como programação fetal (BROADHEAD et al., 2019). Dentre os insultos uterinos, merece destaque a nutrição

materna na gestação, onde segundo Du et al. (2013), a ingestão de nutrientes pela vaca gestante está associada à produtividade da prole na vida adulta.

A nutrição materna durante a gestação pode influenciar os processos de formação e maturação dos órgãos e sistemas corporais, afetando, conseqüentemente, sua função fisiológica (Reynolds et al., 2019). Os mesmos autores afirmam que estas alterações servem para permitir uma rápida adaptação do feto à pressão de seleção ambiental uterina, sendo estas alterações explicadas pela epigenética. Assim, Broadhead et al. (2019) complementam que a desnutrição materna nesta fase pode afetar negativamente o desenvolvimento de órgãos e tecidos fetais, acarretando em impactos negativos tanto no desempenho, como no comportamento ingestivo da progênie após o nascimento (CARLIN et al., 2013; DEARDEN et al., 2020).

Em estudo meta-analítico, Klein et al. (2021a) concluíram que os efeitos da programação fetal sobre o ganho de peso da progênie são mais perceptíveis nos meses iniciais de vida, e tendem a desaparecer com o avançar da vida dos animais. As discrepâncias dos efeitos da programação fetal estão relacionadas às condições ambientais, composição genética do rebanho, eficiência metabólica e capacidade de adaptação da progênie às condições ambientais menos favoráveis (BROADHEAD et al., 2019; WEBB et al., 2019).

Além da adaptação individual, alguns estudos apontam a capacidade de adaptação materna aos desafios nutricionais na gestação para manter o crescimento fetal, sobretudo vacas adultas e multíparas (MOHRHAUSER et al., 2015), as quais conferem maior resiliência pelo feto e mobilizam maiores reservas corporais durante a gestação. Desta forma, os reais efeitos da programação fetal sobre o desempenho da prole ainda não estão bem elucidados e merecem maiores aprofundamentos. Nesse contexto, o objetivo do estudo foi avaliar os efeitos da nutrição materna no terço final de gestação sobre o comportamento ingestivo e o desempenho da progênie durante a fase de terminação em confinamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Bovinocultura de Corte da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), situado no município de Santa Maria, localizado na Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, a uma altitude média de 95 m, com 29° 43' de latitude sul e 53° 42' de longitude oeste. O clima da região é o “Cfa” (subtropical úmido), conforme classificação de Köppen, a precipitação pluviométrica anual entre 1600 a 1900 mm, temperatura média anual 18,8°C, com média mínima de 9,3°C e média máxima de 24,7°C (ALVARES et al., 2013).

O período terminação dos novilhos em regime de confinamento totalizou 98 dias entre abril e julho de 2019. Esta fase se iniciou pela adaptação dos animais à dieta e instalações (14 dias), e posteriormente foi dividida em três períodos de 28 dias. Foram utilizados 41 (quarenta e um) novilhos não-castrados das raças Charolês e Nelore, bem como os mestiços pertencentes à quinta e sexta gerações oriundos do cruzamento rotativo alternado contínuo entre as raças. Os animais possuíam idade e peso médio inicial de 17 meses e 407 kg de peso corporal, sendo distribuídos nos tratamentos conforme o nível nutricional das suas mães durante o terço final de gestação até o momento do parto: 13 vacas sem suplementação em pastagem nativa ingerindo 75% da energia e proteína para manutenção sob restrição nutricional (RES); 16 vacas suplementadas para atender 100% da energia e proteína para manutenção (REQ); 12 vacas suplementadas para atender 150% da energia e proteína para manutenção (HIGH).

As dietas maternas foram calculadas com base nos requerimentos de manutenção para matrizes de 475 kg iniciando o terço final de gestação (Tabela 1). Adicionalmente ao consumo estimado de forragem nativa de 2,1% do peso corporal, foi fornecido 0,28 e 0,98% do peso vivo animal de suplementação para os tratamentos REQ e HIGH, respectivamente. Estes planos nutricionais permitiram ganhos diários de peso na ordem de -0,103; 0,025 e 0,207 kg/dia para os tratamentos RES, REQ e HIGH, respectivamente, com escores corporais ao parto de 2,81, 2,92 e 2,99 pontos. Mais informações sobre o desempenho materno estão disponíveis em Klein et al. (2021b).

Após o nascimento, todos os bezerros foram mantidos sob condições semelhantes até o abate. Previamente ao período de terminação, os novilhos passaram pelo controle de prevenção contra o carrapato (*Boophilus microplus*), através do banho de imersão em calda composta pelo produto comercial Colosso FC30[®] (Fenthion + Cipermetrina + 30% de Clorpirifós), seguido pela aplicação de produto do tipo Pour-on Fluatac DUO[®], princípio ativo Fluazuron + Abamectina, utilizando-se a dosagem de 1 mL/10 kg de peso vivo. O controle estratégico de verminoses foi realizado com a aplicação do produto comercial Evol[®] (Ivermectina + Sulfóxido de Albendazol), numa dosagem de 1 ml/20 kg de peso corporal.

A estrutura do confinamento era composta por boxes individuais com aproximadamente 10 m² de área, pavimentados com concreto armado e declividade de 3%. Os boxes eram providos de comedouros e bebedouros automáticos regulados por torneira boia. A dieta foi calculada seguindo as recomendações nutricionais do National Research Council – NRC (2000), utilizando como parâmetros os requerimentos nutricionais para novilhos obterem ganho de peso diário em torno de 1,50 kg/dia, a partir de um consumo estimado de matéria seca (MS) de 2,5% do peso vivo animal. Foi utilizada a relação volumoso:concentrado de 40:60, com a

seguinte composição: 42,0% de silagem de milho, 33,3% de milho moído, 20,5% de aveia branca, 3,6% de farelo de soja, 0,4% calcário calcítico e 0,2% de sal comum. A referida dieta apresentou 48,7% de MS, 10,4% de proteína bruta (PB), 75,3% de nutrientes digestíveis totais (NDT) e 33,8% fibra em detergente neutro (FDN).

Tabela 1 - Composição bromatológica da fração concentrada e consumos de nutrientes pelas matrizes no terço final de gestação.

Fração da dieta	Tratamentos		
	RES	REQ	HIGH
<i>Composição bromatológica da fração concentrada</i>			
Proteína bruta, %	-	18,0	15,0
Nutrientes digestíveis totais, %	-	85,0	85,0
<i>Consumo de matéria seca e nutrientes para vacas gestantes com 475 kg de peso vivo</i>			
Forragem, kg/dia	9,98	9,98	9,98
Suplemento concentrado, kg/dia	-	1,32	4,69
Nutrientes digestíveis totais kg/dia	4,69	5,81	8,60
Proteína bruta, kg/dia	0,45	0,70	1,15
Nutrientes digestíveis totais, % das exigências*	88,50	109,60	162,30
Proteína, % das exigências*	60,00	93,40	153,30

Composição da forragem: Proteína bruta 4,5%; Nutrientes digestíveis totais 47,0%.

* Exigências diárias de nutrientes digestíveis totais (5,30 kg) e de proteína bruta (0,75 kg).

A alimentação dos animais foi dividida em duas refeições diárias, sendo estas fornecidas diariamente as 8:00 e as 14:00 horas. O consumo alimentar voluntário foi calculado através de registro diário da quantidade de alimento oferecido, bem como das sobras de alimentação do dia anterior, sendo esta na faixa de 5 a 8% do total da dieta fornecida. Logo, o consumo de matéria seca (CMS) foi calculado pela diferença entre o alimento oferecido e a quantidade de sobras retiradas no dia seguinte. A cada semana foram coletadas amostras da dieta e das sobras de alimento não ingerido pelos animais. Estas amostras foram levadas a estufa a 55°C por 72 horas, até atingir peso constante, sendo posteriormente moídas em moinho tipo “Willey” com peneira de porosidade de 1 ou 2 mm, e submetidas para determinação da composição bromatológica da dieta no Laboratório de Bromatologia e Nutrição de Ruminantes da UFSM. Com as análises bromatológicas, foi determinado o consumo de PB, NDT e FDN.

As avaliações do comportamento ingestivo dos animais foram realizadas a cada período de 28 dias durante 24 horas ininterruptas, com início e término às 8 horas da manhã. A cada 10 minutos foram registrados as atividades de alimentação (TAT = tempo de alimentação total, h/dia), ócio (TOT = tempo de ócio total, h/dia) e ruminação (TRT = tempo de ruminação total, h/dia). A alimentação dos animais foi caracterizada pela presença destes aos comedouros. O tempo de ruminação foi considerado o período em que o animal não esteve se alimentando, entretanto, esteve mastigando o bolo alimentar retornado do rúmen. O tempo de ócio representou o período em que o animal não estava se alimentando, tampouco ruminando, estando incluídas as atividades sociais, de frequentar os bebedouros para ingestão de água.

Os dados do comportamento ingestivo foram interpretados conforme Bürger et al. (2000), obtidos pelas seguintes equações: $ERMS = CMS/TRT$ (ERMS = eficiência de ruminação de matéria seca, kg MS/h; CMS = consumo de matéria seca, kg MS/dia); $ERFDN = CFDN/TRT$ (ERFDN = eficiência de ruminação da fibra em detergente neutro, kg FDN/h; CFDN = consumo de fibra em detergente neutro, kg FDN/dia).

O abate dos animais transcorreu após 98 dias de terminação, sendo o peso vivo uma consequência do desempenho proporcionado pelos tratamentos. Para avaliação do desempenho da progênie, os animais foram pesados no início e no final do período experimental de 28 dias, após jejum de 12 horas. Juntamente às pesagens, foi atribuído o escore de condição corporal (ECC) seguindo a escala de 1 a 5 pontos descrita por Lowman et al. (1973). O ganho médio diário (GMD) dos animais para as fases de criação foi calculado pelo quociente do ganho de peso total pelo número de dias entre duas pesagens, expresso em kg/dia.

As medidas de eficiência biológica de produção foram obtidas pelo cálculo da conversão alimentar ($CA = CMS/GMD$), relação de Kleiber ($RK = GMDg/PV^{0,75}$), consumo alimentar residual ($CAR = CMS_{real} - CMS_{predito}$) e ganho de peso residual ($GPR = GMD_{real} - GMD_{predito}$). O consumo alimentar foi predito pela equação: $CMS_{predito} = -3,79850 + 1,19846 GMD + 0,11991 PMM$ ($r^2 = 0,70$ e $p < 0,0001$). A predição do ganho de peso foi dada pela equação: $GMD_{predito} = 0,17778 + 0,09354 CMS + 0,00124 PMM$ ($r^2 = 0,30$ e $p = 0,0019$). Para os cálculos de CAR e GPR, foram utilizadas as variáveis ganho médio diário (GMD em kg/dia), o consumo de matéria seca (CMS em kg/dia) e peso metabólico médio do animal ($PMM = PV^{0,75}$).

O status nutricional dos novilhos durante o período foi avaliado também por amostragens do sangue nos dias 0, 42, 70 e 98 de confinamento, com os animais submetidos ao jejum prévio de 12 horas. Foram determinadas as concentrações séricas dos seguintes metabólitos, usando os kits comerciais Labtest® indicados a seguir: proteínas totais (Ref. No.

99-250), albumina (Ref. No. 19-1/250), glicose (Ref. No. 133-1/500), colesterol (Ref. No. 76-2 / 100) e triglicéridos (Ref. No. 87-2/100). Adicionalmente, foram analisadas as concentrações séricas das enzimas hepáticas Aspartato transaminase (AST – Ref. No 109-4/30) e Alanina transaminase (ALT – Ref. No 108-4/30), as quais estão relacionadas com a saúde do fígado. As amostras de sangue foram colhidas em tubos Vacutainer® de 10 ml para posterior análise, sendo as amostras centrifugadas a 3000 rpm por dez minutos, para obtenção do soro sanguíneo. O soro foi armazenado em ependorfs de 2 ml e posteriormente mantidos em temperatura de -20 °C até o momento das análises.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 3 tratamentos e número variado de repetições. Todas as análises estatísticas foram realizadas através do pacote estatístico SAS® Studio University Edition, sendo inicialmente realizado o teste de Shapiro-Wilk para analisar a normalidade dos resíduos. As variáveis comportamentais TAT e Flutuação, assim como as enzimas ALT e AST foram transformadas pelo método logarítmico para adquirir distribuição normal. Posteriormente, as variáveis de desempenho foram submetidas à análise de variância pelo teste F, através do procedimento PROC GLM, e quando constatada significância, foi realizada a comparação de médias (TCM) pelo teste de Tukey à nível de 5% de probabilidade, utilizando o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + N_i + Z_j + \varepsilon_{ij}$$

onde: γ_{ijk} : variáveis dependentes; μ : média de todas as observações; N_i : efeito do i -ésimo nível nutricional pré-parto; Z_j : efeito da j -ésima co-variável percentagem da raça nelore nas vacas; ε_{ij} : efeito do erro aleatório residual (erro b).

Já as variáveis comportamentais e sanguíneas foram submetidas à análise de variância pelo teste F, através do procedimento PROC MIXED com medidas repetidas no tempo, utilizando a estrutura de covariância de menor valor de AIC (critério de informação de Akaike), com o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + N_i + Per_j + Z_k + (N * Per)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

onde: γ_{ijk} : variáveis dependentes; μ : média de todas as observações; N_i : efeito do i -ésimo nível nutricional pré-parto; Per_j : efeito do período experimental de avaliação; Z_j : efeito da j -ésima co-variável percentagem da raça nelore nas vacas; $(N*Per)_{ij}$: interação do i -ésimo nível nutricional pré-parto e j -ésimo período de avaliação; ε_{ij} : efeito do erro aleatório residual (erro b).

RESULTADOS

Para efeitos de comparação de tratamentos, foi considerado tendência estatística quando valor da probabilidade variou de 5 a 10% ($P < 0,10$). Não houve interação estatística entre tratamentos e períodos para os parâmetros comportamentais e metabólitos sanguíneos, sendo assim explorados separadamente. O consumo de matéria seca (CMS), energia medida em nutrientes digestíveis totais (NDT), proteína bruta (PB) e de fibra em detergente neutro (FDN) não foi influenciado ($P > 0,05$) pelo nível nutricional materno no terço final de gestação (Tabela 2). A variação diária da ingestão de matéria seca não foi alterada pela programação fetal, sendo a flutuação de consumo de MS positiva durante a fase de terminação, com aumento médio de 1,79% de CMS por dia de confinamento.

Tabela 2 - Comportamento ingestivo da progênie de vacas submetidas a diferentes níveis nutricionais durante o terço final de gestação.

	Nível nutricional materno			SEM	P-valor
	RES	REQ	HIGH		
Tempo de alimentação, h	3,28	3,25	3,59	0,06	0,0835
Refeições diárias, n	19,71	19,97	21,20	0,64	0,0912
Tempo de ócio, h	12,41	12,15	11,76	0,12	0,0692
Tempo de ruminação, h	8,28	8,56	8,64	0,10	0,3393
Consumo de matéria seca, kg/dia	9,59	9,83	9,62	0,18	0,8324
Consumo de proteína bruta, kg/dia	0,96	0,98	0,97	0,01	0,8676
Consumo de NDT, kg/dia	7,29	7,47	7,32	0,14	0,8460
Consumo de FDN, kg/dia	3,25	3,31	3,16	0,06	0,5896
Eficiência ruminação MS, kg/h	1,18	1,16	1,14	0,02	0,6630
Eficiência ruminação FDN, kg/h	0,40	0,39	0,37	0,01	0,2363

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey-Kramer a 5% de probabilidade ($P < 0,05$).

RES, vacas sem suplementação em pastagem nativa sob restrição nutricional; REQ, vacas suplementadas para atender 100% dos requerimentos; HIGH, vacas suplementadas para atender 150% dos requerimentos.

MS: matéria seca; FDN: de fibra em detergente neutro.

Para as atividades relacionadas ao comportamento ingestivo, observamos tendência ($P = 0,0835$) para maior tempo de alimentação (3,59 horas), e conseqüentemente, menor tempo de ócio (11,76 horas diárias) para os novilhos HIGH, os quais buscaram mais vezes a

alimentação no cocho ($P=0,0912$) em relação aos novilhos RES e REQ (Tabela 2). As atividades relacionadas com a ruminação não foram influenciadas ($P>0,05$) pelo nível nutricional materno no terço final de gestação, com período médio de 8,49 horas por dia para esta atividade.

O desempenho dos novilhos não foi influenciado pela nutrição materna no terço final de gestação (Tabela 3), com pesos médios iniciais e finais respectivamente de 407,25 e 526,13 kg de peso corporal. Apesar de desempenhos semelhantes, novilhos HIGH apresentaram maior ($P=0,0290$) ganho de escore de condição corporal (0,91 vs 0,54 pontos) e conseqüentemente foram abatidos com maior escore final (4,22 vs 3,78 pontos) em relação aos novilhos RES ($P=0,0261$).

Tabela 3 - Desempenho produtivo da progênie de vacas de corte submetidas a diferentes níveis nutricionais no terço final de gestação.

	Nível nutricional materno			SEM	P - valor
	RES	REQ	HIGH		
Peso corporal inicial, kg	401,15	421,60	399,00	6,88	0,3303
Peso corporal final, kg	522,38	540,98	523,58	7,27	0,4922
Escore corporal inicial, pontos	3,23	3,24	3,31	0,02	0,3348
Escore corporal final, pontos	3,78b	4,03ab	4,22a	0,06	0,0261
Ganho escore corporal, pontos	0,54b	0,80ab	0,91a	0,05	0,0290
<i>Desempenho na adaptação (14 dias)</i>					
Ganho de peso diário, kg/dia	0,066	-0,420	-0,410	0,13	0,1482
<i>Desempenho pós-adaptação (84 dias)</i>					
Ganho de peso diário, kg/dia	1,384	1,388	1,503	0,04	0,5787
<i>Desempenho geral na terminação (98 dias)</i>					
Ganho de peso diário, kg/dia	1,200	1,190	1,240	0,03	0,9317
Conversão alimentar, kg MS por kg PC	8,11	8,48	7,91	0,20	0,5460
Relação de Kleiber, g de PC/UTM	13,87	13,61	15,17	0,09	0,5781
Consumo alimentar residual, CAR	0,00	-0,06	0,06	-	-
Ganho de peso residual, GPR	0,00	-0,03	0,04	-	-

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem pelo teste de Tukey-Kramer a 5% de probabilidade ($P<0,05$).

RES, vacas sem suplementação em pastagem nativa sob restrição nutricional; REQ, vacas suplementadas para atender 100% dos requerimentos; HIGH, vacas suplementadas para atender 150% dos requerimentos.

MS, matéria seca; PB, proteína bruta; NDT, nutrientes digestíveis totais; FDN, fibra em detergente neutro.

PC, peso corporal; UTM, unidade de tamanho metabólico.

O ganho de peso diário dos novilhos apresentou comportamento distinto durante a fase de adaptação (0,066, -0,420 e -0,410 kg para as progênes RES, REQ e HIGH) e pós-adaptação ao confinamento (1,384, 1,388 e 1,503 kg para as progênes RES, REQ e HIGH). Quando avaliamos o desempenho total na fase de terminação, os novilhos apresentaram ganho de peso diário médio de 1,209 kg/dia, sem efeitos da nutrição materna na gestação sobre as medidas de eficiência produtiva (Tabela 3). A conversão alimentar dos novilhos foi de 8,16 kg de MS por kg de peso corporal. Através da medida de eficiência dada pela relação de Kleiber (RK) foi constatada uma produção diária média de 14,21 g de peso por unidade de tamanho metabólico.

Os índices relacionados com consumo alimentar residual (CAR) e ganho de peso residual (GPR) indicaram que novilhos REQ foram mais eficientes por apresentaram baixo consumo de matéria seca e conseqüentemente valores de CAR negativos, enquanto que animais HIGH foram mais produtivos entre os grupos estudados, com maiores valores de GPR.

As concentrações dos metabólitos sanguíneos dos novilhos está apresentada na Tabela 4. Foram observadas tendências para maior concentração de colesterol (P=0,0875) no sangue dos novilhos HIGH, com valor de 119,35 mg/dL de sangue, do mesmo modo que tendência para maiores níveis de glicose (P=0,0874) foram obtidos nos novilhos RES (101,44 mg/dL). Foi obtida maior concentração da enzima hepática aspartato transaminase (AST) nos novilhos RES em relação aos novilhos HIGH (112,43 vs 97,57 U/L). As concentrações de AST no sangue dos novilhos REQ foram semelhantes aos demais tratamentos (104,98 U/L).

Tabela 4 - Metabólitos sanguíneos da progênie de vacas de corte submetidas a diferentes níveis nutricionais no terço final de gestação.

Metabólitos sanguíneos	Nível nutricional materno			SEM	P-valor
	RES	REQ	HIGH		
Albumina, g/dL	3,40	3,41	3,37	0,02	0,6526
Colesterol, mg/dL	112,11	109,38	119,35	1,95	0,0875
Glicose, mg/dL	101,44	97,93	99,88	0,92	0,0874
Proteínas totais, g/dL	7,07	7,01	6,86	0,06	0,3912
Triglicerídeos, mg/dL	12,96	15,36	17,66	1,01	0,3210
Alanina transaminase (ALT), U/L	38,33	35,92	35,30	0,89	0,2545
Aspartato transaminase (AST), U/L	112,43a	104,98ab	97,57b	3,08	0,0357

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem pelo teste de Tukey-Kramer a 5% de probabilidade (P<0,05). RES, vacas sem suplementação em pastagem nativa sob restrição nutricional; REQ, vacas suplementadas para atender 100% dos requerimentos; HIGH, vacas suplementadas para atender 150% dos requerimentos.

Uma análise mais aprofundada da concentração da enzima hepática Aspartato Transaminase (AST), bem como da glicemia dos animais foi realizada ao longo do período de confinamento (Figura 3). A concentração de glicose no sangue da progênie não foi influenciada pela nutrição materna na gestação ($P>0,05$).

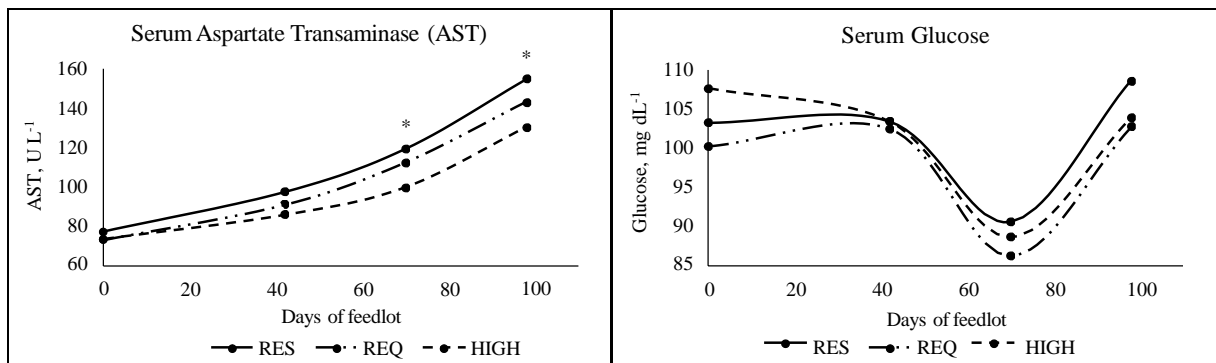


Figura 1 - Concentração sérica de Aspartato transaminase e glicose da progênie de vacas mantidas em diferentes níveis nutricionais no terço final de gestação.

* Médias diferem entre os tratamentos RES e HIGH.

RES, vacas sem suplementação em pastagem nativa sob restrição nutricional; REQ, vacas suplementadas para atender 100% dos requerimentos; HIGH, vacas suplementadas para atender 150% dos requerimentos.

A concentração da enzima AST aumentou a medida que avançou o período de confinamento em decorrência da maior sobrecarga hepática dos animais. Porém, alterações da concentração desta enzima foram obtidas aos 70 ($P=0,0439$) e 98 ($P=0,0453$) dias de confinamento, com os novilhos RES apresentando maior concentração em relação aos HIGH (119,59 vs 99,88 e 155,13 vs 130,39 U/L, respectivamente).

DISCUSSÃO

Os parâmetros relacionados ao comportamento ingestivo, consumo de matéria seca (CMS) e de nutrientes, não foram influenciados pela nutrição materna no terço final de gestação (Tabela 2). Apesar da similaridade da dieta e do peso vivo inicial dos animais, maior CMS na fase de terminação era esperado para novilhos REQ e HIGH programados, uma vez que foram formados em um ambiente uterino mais adequando, e por consequência, poderiam apresentar maior busca pelo alimento.

Os efeitos da programação fetal sobre o consumo de alimento, segundo Carlin et al. (2013), estão relacionados às mudanças no centro regulador do consumo alimentar que ocorrem

durante a formação fetal pelo maior ou menor estímulo nutricional. Klein et al. (2009) afirmam que a expressão do receptor m-opioide (MOR) no sistema nervoso central atua na codificação de proteínas ligadas ao mecanismo de recompensa cerebral. Assim, a superalimentação materna na gestação na maioria das vezes leva a maior expressão do receptor MOR, levando ao indivíduo selecionar e consumir de maneira exagerada alimentos mais energéticos, gordurosos e mais atrativos (CARLIN et al., 2013). Corroborando com essas hipóteses, Dearden et al. (2020) ao trabalharem com ratos de laboratório, observaram que a superalimentação materna na gestação resultou em aumento no consumo de alimentos pela progênie após o desmame.

Por outro lado, Miguel-Pacheco et al. (2019) afirmam que a progênie desafiada na gestação pode compensar o CMS pelo mecanismo compensatório pós-parto que suporta a hipótese da sobrevivência neonatal pelo aumento no apetite. Somada a essa teoria, a restrição nutricional no terço final de gestação pode diminuir a gordura intramuscular na progênie (DU et al., 2010; DU et al., 2013), e por consequência, reduzir a produção de leptina pelos adipócitos, hormônio relacionado com o controle alimentar.

Os instintos de consumir alimento para sobrevivência foram comprovados por Kleemann et al. (2015), os quais observaram que os cordeiros de mães alimentadas com dieta restrita retornaram mais rápido para suas mães após a separação, e buscou o úbere mais rapidamente do que os cordeiros nascidos de mães bem alimentadas. Além do instinto de sobrevivência, Donovan et al. (2013) observaram que filhos de ovelhas subnutridas na gestação, quando isolados, apresentavam reações comportamentais suprimidas, redução da atividade locomotora e aumento da secreção de cortisol aos 4 e 18 meses de idade. Em complemento, DeCapo et al. (2019) afirmam que a restrição proteica na gestação aumenta a resposta de medo na prole, e pode induzir ao desespero comportamental quando em contato com pessoas, aspecto que pode ter levado as progênes RES e REQ à reduzir as visitas ao comedouro no sistema de confinamento trabalhado em nosso estudo (Tabela 2).

Desta forma, a similaridade no CMS pode ter influenciado o desempenho das progênes (Tabela 3). Segundo Greenwood a Bell (2019), a ingestão alimentar e as medidas de desempenho são pouco afetadas pela programação fetal quando a progênie é mantida em sistema pastoril seguido de terminação em confinamento, aspecto que está associado à capacidade de adaptação ambiental dos animais. De certa forma, o sistema produtivo aplicado em nosso estudo favoreceu o desenvolvimento dos novilhos RES no períodos críticos de crescimento, por apresentarem maior capacidade de adaptação e ganhos compensatórios em situações desafiadoras e estressantes.

Mohrhauser et al. (2015) destacam que a progênie que passou por restrição nutricional na gestação possui maior capacidade de adaptação a ambientes rústicos após o nascimento, fenômeno conhecido como “fenótipo econômico”. Ganhos compensatórios foram obtidos por Ramíres et al. (2020), os quais destacam a capacidade de recuperação da progênie submetida a restrição severa (50% da energia) durante o final da gestação em relação aos filhos de vacas mantidas sob 75 e 100% das exigências no período fetal. No presente estudo, a progênie RES apresentou maior ganho médio diário de peso (GMD) no período de adaptação inicial no confinamento (0,066 kg), em relação às progênies REQ e HIGH que perderem em média 0,415 kg durante esse período de adaptação nutricional.

Embora o desempenho geral na fase de terminação tenha sido semelhante (Tabela 3), os novilhos programados REQ foram mais eficientes pelos índices de produção mensurados pelo consumo alimentar residual (CAR), enquanto que a progênie HIGH foi mais produtiva pela interpretação do ganho de peso residual (GPR). Segundo Rolfe et al. (2011), a utilização de índices negativos para o consumo alimentar residual (CAR) e maiores valores para o ganho de peso residual (GPR), têm apresentado os melhores resultados econômicos para produção de bovinos de corte. Assim, a avaliação do CAR indicou que a progênie REQ pode ser mais eficiente por consumir menos alimento para obter determinado ganho de peso corporal, enquanto que novilhos HIGH podem ser mais eficientes por ganhar mais peso corporal em relação ao alimento consumido.

Apesar de serem mais eficientes e produtivos, as progênies REQ e HIGH programadas tiveram seus índices produtivos prejudicados pela fase de adaptação inicial ao confinamento (Tabela 3). Vale ressaltar porém, que o avançar do período de confinamento favoreceu a progênie programada, sobretudo os novilhos HIGH, que demonstraram maior potencial produtivo e GMD em torno de 9% maior que os animais RES (1,384 vs 1,503 kg/dia). Esses resultados corroboram com a teoria de Broadhead et al. (2019), os quais afirmam em estudo bibliográfico que a progênie de vacas bem nutridas na gestação potencializam seu desempenho em sistemas de confinamento nutricionalmente favoráveis. Segundo Gionbelli et al. (2017), a melhor formação fetal da progênie de vacas bem nutridas melhora a formação do trato gastrointestinal, aspecto que segundo os autores, está associado à maior aptidão na absorção e metabolização dos nutrientes da dieta.

Por outro lado, o desempenho da prole RES pode ter sido influenciado pela incapacidade metabólica e funcional dos órgãos causada pela restrição nutricional na gestação. No presente estudo, analisamos os distúrbios hepáticos através da enzima Aspartato Transaminase (AST), e observamos maiores valores desta enzima no sangue dos novilhos RES em relação aos novilhos

HIGH, com valores respectivamente de 112,43 e 97,57 U/L (Tabela 4). Segundo Gregory et al. (1999), valores da AST entre 50 U/L e 100 U/L demonstram uma alteração da função hepática, indicando que o fígado está sendo lesado ou sobrecarregado. Os autores complementam que valores de AST acima 100 U/L caracteriza uma insuficiência hepática aguda dos bovinos, e que a incidência de distúrbios crônicos do fígado e o conseqüente descarte precoce do animal seria minimizado apenas pela substituição do manejo alimentar.

De maneira geral, Bowman et al. (2019) afirmam que prejuízos no metabolismo durante um cenário de restrição alimentar na gestação, agrava a resposta transcricional do fígado fetal à privação de nutrientes e afeta sua capacidade metabólica no pós-nascimento. A menor capacidade de metabolização dos nutrientes está evidenciada na Figura 1, a qual demonstra a dificuldade na utilização da glicose sanguínea pelos novilhos RES a medida que avança o período de terminação, aspecto que contribuiu para o menor GMD desses animais.

Além do menor potencial da progênie RES em converter nutrientes em ganho de peso, as lesões hepáticas nesses novilhos estão associadas à maior necessidade de energia para síntese proteica de renovação celular. Silva (2019) afirma que entre os aspectos biológicos relacionados às medidas de eficiência alimentar, merece destaque a taxa de *turnover* proteico dos tecidos que sofrem algum dano celular, representando em torno de 35% dos gastos energéticos do animal. Em estudo semelhante, McCarty et al. (2020) observaram menor número de células pancreáticas e uma maior taxa de apoptose das células pancreáticas em animais que passaram por restrição nutricional na gestação, demonstrando que a funcionalidade dos órgãos é influenciada pela nutrição materna no período fetal.

Baseado em nossas constatações, maiores distúrbios hepáticos foram evidenciados a medida que avançou o período de terminação (aos 70 e 98 dias de confinamento), levando a hipótese de que os efeitos da programação fetal dos novilhos REQ e HIGH seriam mais perceptíveis se o sistema de criação fosse mais intensivo desde o nascimento, sendo as progênies desafiadas intensivamente desde o nascimento em busca do máximo desempenho produtivo ao qual foram previamente programadas no período fetal.

CONCLUSÕES

A nutrição materna no terço final de gestação não altera o comportamento ingestivo e o consumo de matéria seca das progênies. Porém, novilhos REQ são mais eficientes por apresentarem baixo consumo de alimento, enquanto que a progênie HIGH é mais produtiva nesse sistema intensivo de produção.

Fornecer dietas acima das exigências de proteína e energia para vacas de corte no final da gestação (HIGH) reduz a concentração da enzima hepática Aspartato transaminase (AST) no sangue da progênie na fase de confinamento, melhorando a saúde hepática e a utilização dos nutrientes da dieta.

Apesar de não se conhecer exatamente os reais mecanismos, a programação fetal promove adaptações na formação tecidual dos animais, alterações funcionais que favorecem a adaptação da progênie em sistemas intensivos de produção após o nascimento.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A. et al. KÖPPEN'S climate classification map for Brazil. **Meteorologi Schezeit Schrift**, v. 22, n. 6, p. 721-728, 2013.

BROADHEAD, D.; MULLINIKS, J. T.; FUNSTON, R. N. Development programming in a beef production system. **Veterinary Clinics Food Animal**, v. 35, p. 379-390, 2019.

BOWMAN, C. E. et al. Maternal lipid metabolism directs fetal liver programming following nutrient stress. **Cell Reports**, v. 29, n. 5, p. 1299-1310, 2019.

BÜRGER, P. J. et al. Comportamento ingestivo de bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n.1, p. 236-242, 2000.

CARLIN, J., GEORGE, R.; REYES, T. M. Methyl Donor Supplementation Blocks the Adverse Effects of Maternal High Fat Diet on Offspring Physiology. **Plos One**, v. 8, n. 5, p. e63549, 2013.

DEARDEN, L. et al. Maternal obesity causes fetal hypothalamic insulin resistance and disrupts development of hypothalamic feeding pathways. **Molecular Metabolism**, v. 42, n. 1, p. 101079, 2020.

DeCAPO, M. et al. Perinatal Nutrition and Programmed Risk for Neuropsychiatric Disorders: A Focus on Animal Models. **Biological Psychiatry**, v. 85, p. 122–134, 2019.

DONOVAN, E. L. et al. Periconceptional undernutrition in sheep leads to decreased locomotor activity in a natural environment. **Journal of Developmental Origins of Health and Disease**, v. 4, n. 4, p. 296–299, 2013.

DU, M. et al. Fetal programming of skeletal muscle development in ruminant animals. **Journal Animal Science**, v. 88, p. 51-60, 2010.

DU, M. et al. Manipulating mesenchymal progenitor cell differentiation to optimize performance and carcass value of beef cattle. **Journal Animal Science**, v. 91, n. 3, p. 1419-1427, 2013.

GIONBELLI, T. R. S. et al. Intestinal development of bovine foetuses during gestation is affected by foetal sex and maternal nutrition. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 101, n. 3, p. 493-501.

GREENWOOD, D. P.; BELL, A. W. Developmental programming and growth of livestock tissues for meat production. **Veterinary Clinics Food Animal**, v. 35, p. 303-319, 2019.

GREGORY, L. et al. Valores de referência da atividade enzimática da aspartato-aminotransferase e da gama-glutamyltransferase em bovinos da raça Jersey. Influência dos fatores etários, sexuais e da infecção pelo vírus da leucose dos bovinos. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 51, n. 6, 1999.

KLEIN, G. et al. The contribution of MOR-1 exons 1–4 to morphine and heroin analgesia and dependence. **Neuroscience Letters**, v. 457, p. 115–119, 2009.

KLEIN, J. L. et al. Beef cow weight variations during gestation and offspring performance: a meta-analysis. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 6, p. 3961-3976, 2021a.

KLEIN, J. L., Productive performance of beef cows subjected to different nutritional levels in the third trimester of gestation. **Animal**, v. 15, n.1, p. 100089, 2021b.

KLEEMANN, D. O. et al. Effect of periconceptional nutrition on the growth, behaviour and survival of the neonatal lamb. **Animal Reproduction Science**, v. 160, n. 1, p. 12–22, 2015.

LOWMAN, B.G.; SCOTT, N.; SOMERVILLE, S. **Condition scoring beef cattle**. Edinburgh: East of Scotland College of Agriculture, 1973.

McCARTY, K. J. et al. The effects of early or mid-gestation nutrient restriction on bovine fetal pancreatic development. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 70, p. 1-6, 2020.

MIGUEL-PACHECO, G. G. et al. Low protein intake during the preconception period in beef heifers affects offspring and maternal behaviour. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 215, n. 1, p. 1-6, 2019.

MOHRHAUSER, D. A. et al. The influence of maternal energy status during midgestation on beef offspring carcass characteristics and meat quality. **Journal of Animal Science**, v. 93, p. 786-793, 2015.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7th ed. Washington: National Academy Press, 2000.

RAMÍREZ, M. et al. Maternal energy status during late gestation: Effects on growth performance, carcass characteristics and meat quality of steers progeny. **Meat Science**, v. 164, p. 1-7, 2020.

REYNOLDS, L. P. et al. Developmental Programming of Fetal Growth and Development. **Veterinary Clinics Food Animal**, v. 35, p. 229-247, 2019.

ROLFE, K. M. et al. Genetic and phenotypic parameter estimates for feed intake and others traits in growing beef cattle, and opportunities for selection. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 3452-3459, 2011.

SILVA, C. S. **Relação entre medidas de eficiência alimentar com o desempenho reprodutivo e deposição de gordura em novilhas brangus**. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Agronomia – UFRGS, RS, Brasil, 2019.

STATISTICAL ANALISYS SYSTEMS INSTITUTE, 2016. SAS User's guide version 3.5 SAS® Studio University Edition. Cary, NC, USA.

WEBB, M. J. et al. Influence of maternal protein restriction in primiparous heifers during mid and/or late-gestation on meat quality and fatty acid profile of progeny. **Meat Science**, v. 152, p. 31-37, 2019.

3.2 CAPÍTULO II

EFEITO DA NUTRIÇÃO MATERNA NO TERÇO FINAL DE GESTAÇÃO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS PÓS ABATE DA PROGÊNIE

Resumo: O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos da nutrição materna no terço final de gestação sobre as características da carcaça e carne da progênie ao abate. Foram utilizados 41 novilhos filhos de vacas submetidas a diferentes níveis nutricionais no terço final de gestação: 13 vacas sem suplementação em pastagem nativa sob restrição nutricional (RES); 16 vacas suplementadas para atender 100% da energia e proteína para manutenção (REQ); 12 vacas suplementadas para atender 150% da energia e proteína para manutenção (HIGH). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado. Novilhos REQ apresentaram menor participação de trato gastrointestinal (7,63 vs 8,22 e 8,28%) e de rúmen (2,24 vs 2,45 e 2,50%) em relação ao corpo vazio. Novilhos HIGH (11,41 pontos) apresentaram tendência para menor conformação de carcaça em relação aos novilhos RES e REQ (12,00 e 12,68 pontos, respectivamente), mas tenderam a ter carne mais suculenta nas análises sensoriais (7,27 vs 6,94 e 6,66 pontos, na mesma ordem). Os demais parâmetros sensoriais, bem como as características qualitativas da carne não foram influenciadas pela nutrição materna na gestação ($P > 0,05$). Diante do exposto, podemos inferir que a nutrição materna na gestação modifica a composição corporal da progênie, mas a formação de um “fenótipo econômico” na prole RES pode suprimir os efeitos da programação fetal na vida adulta. Porém, o fornecimento de 150% das exigências de manutenção no final da gestação reduz a conformação de carcaça e melhora a suculência da carne da progênie.

Palavras-chave: carcaça, carne, conformação, marmoreio, palatabilidade, suculência

EFFECT OF MATERNAL NUTRITION IN THE FINAL THIRD OF GESTATION ON THE CHARACTERISTICS OF THE CARCASS AND MEAT OF THE PROGENIE

Abstract: The objective of the present study was to evaluate the effects of maternal nutrition in the final third of gestation on the carcass and meat traits of the offspring at slaughter. Forty-one steers born from cows submitted to different nutritional levels in the final third of pregnancy were used: 13 cows without supplementation on native pasture under nutritional restriction

(RES); 16 cows supplemented to meet 100% energy and protein for maintenance (REQ); 12 cows supplemented to meet 150% energy and protein for maintenance (HIGH). The experimental design was completely randomized. REQ steers had a lower participation of the gastrointestinal tract (7.63 vs. 8.22 and 8.28%) and rumen (2.24 vs. 2.45 and 2.50%) in relation to the empty body. HIGH steers (11.41 points) tended to have lower carcass conformation than RES and REQ steers (12.00 and 12.68 points, respectively), but tended to have juicier meat in sensory analyzes (7.27 vs. 6.94 and 6.66 points, in the same order). The other sensory parameters, as well as the qualitative characteristics of the meat, were not influenced by maternal nutrition during pregnancy ($P>0.05$). Given the above, we can infer that maternal nutrition during gestation modifies the body composition of the progeny, but the formation of an “thrifty phenotype” in the RES offspring can suppress the effects of fetal programming in adult life. However, providing 150% of the maintenance requirements at the end of gestation reduces carcass conformation and improves meat juiciness of the progeny.

Keywords: Conformation, rib, marbling, palatability, succulence

INTRODUÇÃO

Melhorar a qualidade do produto disponível ao consumidor está entre as prioridades da cadeia da carne bovina, sendo a programação fetal uma estratégia atualmente discutida como forma de obter carnes de maior valor agregado. Segundo Du et al. (2015), a oferta de nutrientes em determinados períodos da gestação podem influenciar a composição tecidual da carcaça, uma vez que influencia o número e/ou tamanho das células musculares e adiposas que compõem o músculo esquelético. Segundo Zhu et al. (2006), a formação do tecido muscular esquelético, principal tecido de comercialização, possui baixa prioridade nutricional durante a formação fetal, aspecto que o torna vulnerável à ingestão de nutrientes pela fêmea gestante.

De maneira geral, Du et al. (2010) afirmam que a restrição nutricional na metade final de gestação reduz os processos de miogênese secundária e de adipogênese intramuscular na progênie, levando conseqüentemente à redução da massa muscular e da deposição de marmoreio na carcaça desses animais. Zago et al. (2020) observaram em seu estudo meta-analítico, maior deposição de gordura subcutânea e maior teor de marmoreio na progênie de vacas que receberam energia e proteína acima das exigências de manutenção na gestação, aspectos que favoreceram a adipogênese intramuscular.

Dessa forma, Greenwood e Bell (2019) afirmam que a transferência de nutrientes da mãe para o feto é particularmente importante durante as fases da gestação, uma vez que pode modificar o desenvolvimento e as características da carcaça na progênie. Maresca et al. (2019) testaram os efeitos do nível proteico durante a gestação e obtiveram maior área de *Longissimus dorsi* no final do período de terminação na progênie de vacas suplementadas com alto teor de proteína, como consequência da maior hiperplasia das fibras musculares na gestação. Efeitos da programação fetal sobre a musculabilidade da carcaça não foram observadas por Zago et al. (2020), os quais não observaram diferenças na área de *Longissimus dorsi* ao abate da progênie de vacas alimentadas com altas ou baixas concentrações de energia e proteína durante a gestação.

Os insultos nutricionais durante períodos críticos da gestação permitem modular a formação do tecido muscular esquelético, uma vez que os processos de diferenciação celular compartilham as vias de sinalização (DU et al., 2014), contribuindo para melhorar a qualidade do produto final aos consumidores. Contudo, a literatura apresenta discrepância nos efeitos da programação fetal sobre as características de carcaça e carne da progênie, muito em virtude da intensidade do insulto nutricional, período de gestação e da capacidade de adaptação materna na partição de nutrientes ao feto (KLEIN et al., 2021a). Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos do nível nutricional no terço final de gestação de vacas de corte sobre as características da carcaça e carne da progênie ao abate.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Bovinocultura de Corte da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), situado no município de Santa Maria, localizado na Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, a uma altitude média de 95 m, com 29° 43' de latitude sul e 53° 42' de longitude oeste. O clima da região é o “Cfa” (subtropical úmido), conforme classificação de Köppen, a precipitação pluviométrica anual entre 1600 a 1900 mm, temperatura média anual 18,8°C, com média mínima de 9,3°C e média máxima de 24,7°C (ALVARES et al., 2013).

O período de terminação dos novilhos em regime de confinamento totalizou 98 dias. Esta fase se iniciou pela adaptação dos animais à dieta e instalações (14 dias), e posteriormente foi dividida em três períodos de 28 dias. Foram utilizados 41 (quarenta e um) novilhos não-castrados das raças Charolês e Nelore, bem como os mestiços pertencentes à quinta e sexta gerações oriundos do cruzamento rotativo alternado contínuo entre as raças. Os animais

possuíam idade e peso médio inicial de 17 meses e 407 kg de peso corporal, sendo distribuídos nos tratamentos conforme o nível nutricional das suas mães durante o terço final de gestação: 13 vacas sem suplementação em pastagem nativa sob restrição nutricional (RES); 16 vacas suplementadas para atender 100% da energia e proteína para manutenção (REQ); 12 vacas suplementadas para atender 150% da energia e proteína para manutenção (HIGH).

A suplementação das vacas ocorreu no período de 15 de agosto a 20 de novembro de 2017, perdurando até a data do parto da fêmea. As dietas foram calculadas com base nos requerimentos para matrizes de 475 kg durante o terço final de gestação consumindo 2,1% do peso corporal de matéria seca, conforme demonstrado na Tabela 1. Foi fornecido 0,28 e 0,98% do peso vivo animal de suplementação para os tratamentos REQ e HIGH, respectivamente. Estes planos nutricionais permitiram ganhos diários de peso na ordem de -0,103; 0,025 e 0,207 kg/dia para os tratamentos RES, REQ e HIGH, respectivamente, com escores corporais de 2,81, 2,92 e 2,99 pontos, também na mesma ordem. Após o parto (meses de outubro e novembro do mesmo ano), todos os bezerros foram mantidos sob condições semelhantes até o abate. Mais informações sobre o desempenho materno estão disponíveis em Klein et al. (2021b).

Tabela 1 - Composição bromatológica da fração concentrada e consumos de nutrientes pelas matrizes no terço final de gestação.

Fração da dieta	Tratamentos		
	RES	REQ	HIGH
<i>Composição bromatológica da fração concentrada</i>			
Proteína bruta, %	-	18,0	15,0
Nutrientes digestíveis totais, %	-	85,0	85,0
<i>Consumo de matéria seca e nutrientes para vacas gestantes com 475 kg de peso vivo</i>			
Fragem, kg/dia	9,98	9,98	9,98
Suplemento concentrado, kg/dia	-	1,32	4,69
Nutrientes digestíveis totais kg/dia	4,69	5,81	8,60
Proteína bruta, kg/dia	0,45	0,70	1,15
Nutrientes digestíveis totais, % das exigências*	88,50	109,60	162,30
Proteína, % das exigências*	60,00	93,40	153,30

Composição da forragem: Proteína bruta 4,5%; Nutrientes digestíveis totais 47,0%.
* Exigências diárias de nutrientes digestíveis totais (5,30 kg) e de proteína bruta (0,75 kg).

Previamente ao experimento, os novilhos passaram pelo controle de prevenção contra o carrapato (*Boophilus microplus*), através do banho de imersão em calda composta pelo produto comercial Colosso FC30[®] (Fenthion + Cipermetrina + 30% de Clorpirifós), seguido pela aplicação de produto do tipo Pour-on Fluatac DUO[®], princípio ativo Fluazuron + Abamectina, utilizando-se a dosagem de 1 mL/10 kg de peso vivo. Além disso, foi realizado o controle estratégico de verminoses através da aplicação do produto comercial Evol[®] (Ivermectina + Sulfóxido de Albendazol), numa dosagem de 1 ml/20 kg de peso corporal.

A estrutura do confinamento era composta por boxes individuais com aproximadamente 10 m² de área, pavimentados com concreto armado e declividade de 3%. Os boxes eram providos de comedouros e bebedouros automáticos regulados por torneira boia. A dieta foi calculada seguindo as recomendações nutricionais do National Research Council – NRC (2000), utilizando como parâmetros os requerimentos nutricionais para novilhos obterem ganho de peso diário em torno de 1,50 kg/dia, a partir de um consumo estimado de matéria seca (MS) de 2,5% do peso vivo animal. Foi utilizada a relação volumoso:concentrado de 40:60, com a seguinte composição: 42,0% de silagem de milho, 33,3% de milho moído, 20,5% de aveia branca, 3,6% de farelo de soja, 0,4% calcário calcítico e 0,2% de sal comum.

A referida dieta apresentou 48,7% de MS, 10,4% de proteína bruta (PB), 75,3% de nutrientes digestíveis totais (NDT) e 33,8% fibra em detergente neutro (FDN), permitindo um ganho de peso diário respectivamente de 1,200; 1,190 e 1,240 kg por dia no período para os tratamentos RES, REQ e HIGH. O escore corporal ao abate foi de 3,78; 4,03 e 4,22 pontos, também na mesma ordem.

O abate dos animais foi realizado após 98 dias de confinamento, em frigorífico comercial com inspeção estadual, localizado a cerca de 20 km da fazenda escola. Previamente, os animais foram pesados individualmente antes de serem embarcados para o frigorífico, após jejum de sólidos e líquidos de 14 horas, para obtenção do peso de abate. O abate seguiu o fluxo normal do frigorífico comercial que consta com serviço de inspeção estadual (SIE) para fiscalização sanitária, sendo os animais submetidos, após o transporte ao descanso mínimo de 12 horas, a banho de aspersão e, posterior insensibilização previamente à sangria.

Durante o abate, foram aferidas as partes constituintes do animal para compor o peso de corpo vazio, sendo este composto pelo peso de carcaça quente e os demais constituintes corporais descritos por Cattelan et al. (2014): conjunto de componentes externos: cabeça, patas, orelhas, chifres (quando presentes), testículos, vassoura da cauda e couro; 2) conjunto de órgãos vitais: pulmão, fígado, rins, coração e baço; 3) conjunto do trato digestivo vazio: rúmen + retículo, omaso, abomaso, intestinos (grosso + delgado); 4) sangue. Adicionalmente,

mensuramos o volume dos órgãos vitais através do volume de água deslocado em recipiente conhecido.

Previamente à entrada das carcaças na câmara de resfriamento, a carcaça foi dividida em carcaça direita e carcaça esquerda, sendo as mesmas identificadas e pesadas para obtenção do peso de carcaça quente. Após resfriadas por 24 horas, com temperatura oscilando entre 0 e 1°C, estas foram novamente pesadas para obtenção do peso de carcaça fria. Através destes parâmetros foram determinados os rendimentos de carcaça quente e fria, assim como a quebra ao resfriamento.

Após a saída das carcaças na câmara fria, na carcaça direita, foi avaliada a conformação muscular e a maturidade fisiológica, conforme métodos de Müller (1987). Seguindo as mesmas metodologias, a carcaça esquerda foi separada em cortes comerciais primários: dianteiro, costilhar (ponta-de-agulha) e serrote (traseiro especial). Cada peça foi pesada, para posterior determinação da sua participação em relação à carcaça fria.

Posteriormente, na carcaça direita, entre a 12^a e 13^a costela, foi realizado um corte horizontal com o intuito de expor o músculo *Longissimus thoracis et lumborum* para a aferição da área de olho de lombo (cm²). Nesta seção também foi determinada a espessura de gordura subcutânea (mm), o grau de marmorização da carne por avaliação subjetiva, a textura das fibras musculares, e, após 30 minutos de exposição do corte ao oxigênio, a avaliação da coloração da carne, conforme Müller (1987). Após a retirada da seção entre a 10^a e 12^a costelas (seção HH) foi realizada a dissecação para a predição das proporções dos tecidos muscular, adiposo e ósseo na carcaça, seguindo a metodologia descrita por Hankins e Howe (1946).

Durante a dissecação da seção “HH”, a porção extraída do músculo *Longissimus thoracis et lumborum* foi identificada e congelada para posterior análise de características sensoriais da carne. Após 30 dias de congelamento, duas fatias de 2,5 cm de espessura foram extraídas das amostras ainda congeladas. A fatia “A” foi pesada enquanto ainda congelada e após 24 horas de descongelamento para determinar a perda de líquido durante o processo e, em seguida, foi cozida a uma temperatura interna de 70 °C para avaliar a perda de líquido durante o cozimento. Após este passo, seis amostras cilíndricas com 1 cm³, foram cortadas longitudinalmente às fibras musculares e utilizadas para avaliar a força de cisalhamento através de um aparelho Warner-Bratzler Shear. Já a fatia “B”, depois uma preparação semelhante à fatia “A”, foi avaliada por um painel de seis avaliadores para maciez, palatabilidade e suculência (MÜLLER, 1987).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com três tratamentos e número variado de repetições. A normalidade dos resíduos foi analisada pelo teste

de Shapiro-Wilk, sendo necessária a transformação logarítmica das variáveis marmoreio e gordura na carne. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, através do procedimento PROC GLM, e quando constatada significância, foi realizada a comparação de médias (TCM) pelo teste de Tukey à nível de 5% de probabilidade, sendo as médias comparadas pelo método dos quadrados mínimos. As análises estatísticas foram realizadas através do pacote estatístico SAS® Studio University Edition, utilizando o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + N_i + Z_j + \varepsilon_{ij}$$

Onde: γ_{ijk} : variáveis dependentes; μ : média de todas as observações; N_i : efeito do i -ésimo nível nutricional pré-parto; Z_j : efeito da co-variável percentagem da raça nelore nas vacas; ε_{ij} : efeito do erro aleatório residual (erro b).

RESULTADOS

Para efeitos de comparação de tratamentos, foi considerado tendência estatística quando valor da probabilidade variou de 5 a 10% ($P < 0,10$). Na composição corporal da progênie de vacas submetidas a diferentes níveis nutricionais na gestação, quando expresso em relação ao peso de corpo vazio (Tabela 2), foi verificado maior participação do trato gastrointestinal nos novilhos RES e HIGH em relação aos novilhos REQ (8,22 e 8,28 vs 7,63%, na mesma ordem). As demais partes componentes do animal não foram influenciadas pela nutrição materna no terço final de gestação ($P > 0,05$), com participação média de 16,43% de componentes externos e 3,17% de órgãos vitais.

A partir de uma análise mais aprofundada dos componentes do trato gastrointestinal, observamos maior participação do rúmen na progênie RES e HIGH em relação aos animais REQ, com valores respectivamente de 2,45 e 2,50 vs 2,24%. Os demais órgãos digestivos não foram influenciados pela nutrição materna no terço final de gestação ($P > 0,05$), do mesmo modo que não foram observados efeitos da programação fetal no volume dos órgãos vitais avaliados no estudo.

Os pesos de abate não foram influenciados pela nutrição materna na gestação (Tabela 3), com valores 522,38, 532,44 e 523,58 kg para os tratamentos RES, REQ e HIGH, respectivamente. Houve tendência ($P = 0,0918$) para maiores rendimentos de carcaça quente (58,51%) e fria (56,91%) para novilhos REQ em relação aos novilhos RES e HIGH. Do mesmo modo, a conformação das carcaças tendeu a ser menor ($P = 0,0539$) nos novilhos HIGH (11,41 pontos). O rendimento de cortes comerciais foi semelhante entre os tratamentos ($P > 0,05$), com média de 39,21% de dianteiro, 10,64% de costilhar e 50,67% de traseiro (Tabela 3).

Tabela 2 - Composição corporal da progênie de vacas submetidas a diferentes níveis nutricionais no terço final de gestação.

Características qualitativas	Nível nutricional materno			SEM	P - valor
	RES	REQ	HIGH		
Peso de corpo vazio, kg	445,93	454,99	447,32	6,38	0,7641
Total componentes externos*	16,47	16,27	16,53	0,15	0,7451
Total órgãos vitais**	3,15	3,14	3,23	0,03	0,5561
Trato gastrointestinal***	8,22a	7,63b	8,28a	0,10	0,0184
Sangue, %	2,62	2,47	2,54	0,06	0,6540
<i>Componentes do trato gastrointestinal, %</i>					
Rúmen	2,45a	2,24b	2,50a	0,03	0,0015
Omaso	1,04	0,98	0,99	0,02	0,3683
Abomaso	0,89	0,80	0,94	0,02	0,0622
Intestinos	3,84	3,60	3,84	0,06	0,2485
<i>Volume dos órgãos vitais, cm³</i>					
Volume do coração	132,61	139,95	143,80	2,94	0,3979
Volume renal	84,60	88,45	91,92	1,92	0,2648
Volume do fígado	454,46	472,06	480,67	8,87	0,5719

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($P < 0,05$). RES, vacas sem suplementação em pastagem nativa sob restrição nutricional; REQ, vacas suplementadas para atender 100% dos requerimentos; HIGH, vacas suplementadas para atender 150% dos requerimentos.

Os componentes corporais foram expressos em relação ao peso de corpo vazio.

* Patas, orelhas, cola, testículos, couro e cabeça.

** Coração, rins, pulmões, baço, fígado e graxarias.

*** Rúmen, omaso, retículo, abomaso, intestinos e graxarias.

As características qualitativas da carne não foram influenciadas pela nutrição materna no terço final de gestação (Tabela 4). A espessura de gordura subcutânea atendeu o mínimo preconizado pela legislação vigente, com valor médio de 3,41 mm. A coloração e textura da carne foram classificadas como vermelha levemente escura e levemente grosseira. O teor de marmoreio da carne ficou classificado entre leve e pequeno, com média de 6,41 pontos. A área de olho de lombo mensurado no *Longissimus thoracis et lumborum* apresentou valor médio de 77,69 cm², não diferindo entre os tratamentos ($P > 0,05$). Do mesmo modo, a composição tecidual das carcaças não diferiu entre as progênies RES, REQ e HIGH, com participação média de osso, gordura e músculo respectivamente de 15,08, 21,43 e 64,07%.

Tabela 3 - Características da carcaça da progênie de vacas de corte submetidas a diferentes níveis nutricionais no terço final de gestação.

Características da carcaça	Nível nutricional materno			SEM	P - valor
	RES	REQ	HIGH		
Peso de abate, kg	522,38	532,44	523,58	7,72	0,7744
Peso de carcaça quente, kg	300,47	311,80	300,59	4,91	0,5023
Peso de carcaça fria, kg	292,55	303,36	292,34	4,80	0,5044
Quebra ao resfriamento, %	2,67	2,71	2,65	0,02	0,6400
Rendimento de carcaça quente, %	57,49	58,51	57,41	0,23	0,0918
Rendimento de carcaça fria, %	55,97	56,92	55,82	0,22	0,0918
Conformação, pontos	12,00	12,68	11,41	0,29	0,0539
Maturidade fisiológica, pontos	13,46	13,50	13,41	0,07	0,8889
Dianteiro*	39,04	39,55	39,08	0,20	0,5643
Costilhar*	10,66	10,52	10,74	0,10	0,7140
Traseiro*	50,84	50,42	50,75	0,18	0,6421

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($P < 0,05$). RES, vacas sem suplementação em pastagem nativa sob restrição nutricional; REQ, vacas suplementadas para atender 100% dos requerimentos; HIGH, vacas suplementadas para atender 150% dos requerimentos.

Conformação: 1-3: inferior; 4-6: má; 7-9: regular; 10-12: boa; 13-15: muito boa; 16-18: superior.

Maturidade fisiológica: 1-3: acima de 8 anos; 4-6: de 5,5 a 8 anos; 7-9: de 4 a 5,5 anos; 10-12: de 2,5 a 4 anos; 13-15: menos de 2,5 anos.

* Cortes comerciais expressos em relação à carcaça fria.

A maciez e a palatabilidade da carne não diferiram entre os tratamentos, sendo a carne classificada como um produto levemente acima da média para esses parâmetros de qualidade (Tabela 5). Verificou-se uma tendência ($P = 0,0651$) para maior suculência da carne de novilhos HIGH (suculenta), frente aos novilhos RES e REQ (levemente acima da média). As perdas de líquidos da carne durante os processos de descongelamento e cocção não foram influenciadas pela nutrição materna durante a gestação ($P > 0,05$), com perdas médias respectivamente de 4,71 e 25,56%.

Tabela 4 - Características qualitativas da carne da progênie de vacas de corte submetidas a diferentes níveis nutricionais no terço final de gestação.

Características qualitativas	Nível nutricional materno			SEM	P - valor
	RES	REQ	HIGH		
EGS, mm	3,10	3,35	3,79	0,18	0,1841
Coloração, pontos	3,23	3,18	3,33	0,10	0,9663
Textura, pontos	3,07	3,00	3,00	0,04	0,6659
Marmoreio, pontos	7,00	6,25	6,00	0,35	0,6477
AOL, cm ²	77,62	79,24	76,21	1,53	0,4294
Osso, %	14,97	15,21	15,08	0,15	0,7664
Gordura, %	20,98	21,21	22,11	0,57	0,2928
Músculo, %	64,67	64,13	63,41	0,53	0,3605

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (P<0,05).

RES, vacas sem suplementação em pastagem nativa sob restrição nutricional; REQ, vacas suplementadas para atender 100% dos requerimentos; HIGH, vacas suplementadas para atender 150% dos requerimentos.

Coloração: 1: escura; 2: vermelha escura; 3: Vermelha levemente escura; 4: vermelha; 5: vermelho vivo.

Textura: 1: muito grosseira; 2: grosseira; 3: levemente grosseira; 4: fina; 5: muito fina.

Marmoreio: 1-3: traços; 4-6: leve; 7-9: pequeno; 10-12: médio; 13-15: moderado; 16-18: abundante.

Tabela 5 - Características sensoriais da carne da progênie de vacas de corte submetidas a diferentes níveis nutricionais no terço final de gestação.

Características	Nível nutricional materno			SEM	P - valor
	RES	REQ	HIGH		
Maciez, pontos	6,71	6,50	6,86	0,17	0,7533
Palatabilidade, pontos	6,71	6,43	6,52	0,10	0,5750
Suculência, pontos	6,94	6,66	7,27	0,12	0,0651
Força Shear, kgf/cm ³	5,92	6,54	6,19	0,25	0,6103
Perdas ao descongelamento, %	5,19	4,70	4,25	0,36	0,6991
Perdas à cocção, %	25,21	27,02	24,46	0,73	0,1618

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (P<0,05).

RES, vacas sem suplementação em pastagem nativa sob restrição nutricional; REQ, vacas suplementadas para atender 100% dos requerimentos; HIGH, vacas suplementadas para atender 150% dos requerimentos.

1: extremamente dura, sem sabor e extremamente sem suculência; 2: muito dura, deficiente em sabor e suculência; 3: dura, pouco saborosa e pouco suculenta; 4: levemente abaixo da média; 5: média; 6: levemente acima da média; 7: macia, saborosa e suculenta; 8: muito macia, saborosa e suculenta; 9:extremamente macia, saborosa e suculenta.

DISCUSSÃO

De maneira geral, a programação fetal dada pela nutrição materna no terço final de gestação apresentou poucas influências sobre as características de carcaça e da carne da progênie das vacas. Em revisão de literatura, Klein et al. (2021a) explicam que as mudanças corporais na progênie causadas pela programação fetal podem ser mitigadas pela adaptação ambiental pós-parto da progênie, bem como pela adaptação materna e fetal, levando à formação de um “fenótipo econômico” capaz de melhor sobreviver em ambientes nutricionais mais desafiadores também na vida adulta. Segundo Zhu et al. (2006), em um cenário de restrição nutricional na gestação, é comum ocorrer priorização do crescimento dos órgãos frente ao tecido muscular, culminando em maior peso relativo em relação ao corpo do animal e consequentemente menor rendimento de carcaça dos animais, tais como obtido em nosso estudo (Tabela 3).

Desta forma, a maior participação de rúmex na prole RES pode estar associada à compensação corporal do feto, como forma de potencializar o aproveitamento dos alimentos de menor qualidade que estes animais poderão receber também após o nascimento. Em estudo semelhante, Duarte et al. (2013) observaram que a restrição nutricional da vaca gestante aumentou o comprimento do intestino delgado e das vilosidades intestinais. Do mesmo modo, Da Cruz et al. (2019) obtiveram tendência para maior comprimento das vilosidades intestinais, bem como maior expressão duodenal dos genes responsáveis pela secreção de enzimas digestivas e absorção de nutrientes pelos animais, o que de fato demonstra a ligeira adaptação do organismo aos desafios nutricionais durante o período fetal.

Por outro lado, o maior desenvolvimento de órgãos de animais programados (HIGH) pode indicar a maior diferenciação celular e maturação final dos órgãos, aspectos que podem favorecer o metabolismo dos nutrientes e o desempenho nas fases de crescimento pós-natal. Avaliando os afeitos da programação fetal, Ferreira Dias (2022) observaram maior quantidade de papilas ruminas para a progênie de vacas suplementadas no terço final de gestação, quando comparado com os filhos de vacas em restrição nutricional, bem como as suplementadas durante toda a gestação. Em trabalho semelhante, McCarty et al. (2020) observaram maior número de células pancreáticas na progênie mantida em adequadas condições nutricionais na gestação frente aos restritos no mesmo período.

Esses resultados ressaltam a importância do estímulo nutricional no terço final de gestação como forma de potencializar a maturação final dos órgãos e tecidos corporais. No presente estudo, a progênie HIGH apresentou uma ligeira superioridade no volume de coração

(8%), rins (8%) e fígado (6%) frente aos novilhos RES (Tabela 2), aspectos que não foram suficientes para promover diferenças no ganho de peso diário durante a terminação (1,200; 1,190 e 1,240 kg) e no escore corporal ao abate (3,78; 4,03 e 4,22 pontos) das progênie RES, REQ e HIGH, respectivamente.

Embora o desempenho tenha sido semelhante, mudanças na composição tecidual e características da carne eram esperadas, sobretudo aumento da gordura intramuscular, uma vez que o processo de adipogênese intramuscular é potencializado pela nutrição materna no terço final de gestação (DU et al., 2010). Zago et al. (2020) em estudo meta-analítico obtiveram maior espessura de gordura subcutânea e maior teor de marmoreio na carne da progênie de vacas alimentadas acima das exigências de energia e proteína no terço final de gestação. Contudo, os animais incluídos no referido estudo de meta-análise apresentaram idade e peso de abate respectivamente de 15 meses e 566 kg, aspecto que pode estar relacionado ao sistema mais intensivo de produção para atingir a maturidade mais precocemente.

Desta forma, sistemas intensivos e com maior inclusão de grãos na dieta podem potencializar os efeitos da programação fetal na prole. Sistema produtivos com oscilações nutricionais podem levar ao crescimento compensatório da progênie desafiada na gestação, aspectos que segundo Klein et al. (2021a), dificultam a percepção dos efeitos da programação fetal em idades avançadas da progênie. Corroborando, Wilson et al. (2016) verificaram tendência para maior deposição de marmoreio na carne da progênie de vacas com alta energia na gestação apenas na avaliação ao desmame, deixando essa maior deposição de existir no momento do abate dos animais.

No presente estudo, a nutrição materna no terço final de gestação influenciou apenas a conformação da carcaça da progênie, onde novilhos HIGH apresentaram a menor pontuação para este parâmetro que está associado à musculabilidade. A redução na proporção muscular e no rendimento de cortes é explicada por Zago et al. (2020), os quais afirmam que um efeito negativo do alto consumo de energia e proteína pelas vacas gestantes pode ser esperado na deposição muscular e sobretudo na área de *Longissimus dorsi* na progênie, pois os processos da diferenciação celular são processos competitivos em determinados períodos da formação fetal (CHEN et al. 2019).

Em complemento, Du et al. (2010) afirmam haver uma regulação negativa sobre a miogênese à medida que estimulamos a adipogênese através da maior ingestão de nutrientes pela fêmea gestante, reduzindo assim a musculabilidade da carcaça da progênie de vacas superalimentadas. Tais hipóteses podem explicar a menor conformação de carcaça dos novilhos HIGH, frente ao maior escore corporal ao abate (4,22 pontos) em relação às progênie RES e

REQ. Desta forma, um maior equilíbrio entre desempenho e as características de musculosidade e deposição de gordura na carcaça foi obtido quando a nutrição atendeu 100% dos requisitos energéticos e proteicos na gestação (REQ).

Apesar da similaridade nas características da carcaça das progênes estudadas, qualquer alteração no desenvolvimento e nas propriedades inerentes do músculo e/ou gordura no período fetal pode resultar em um impacto duradouro na composição corporal e, finalmente, características de qualidade da carne (WEBB et al., 2019). A tendência para maior suculência da carne dos novilhos HIGH em relação aos novilhos RES e REQ (Tabela 5) pode estar fortemente relacionada com a maior adipogênese muscular estimulada pela superalimentação materna no final da gestação, em detrimento da musculosidade da carcaça observada em nosso estudo.

As demais características sensoriais da carne não foram influenciadas pela nutrição materna na gestação, aspecto que está relacionado à similaridade na deposição das gorduras subcutânea e intramuscular dada pelo marmoreio (Tabela 4). Em termos de programação fetal, Mohrhauser et al. (2015) afirmaram que a origem das células musculares, adipócitas e de tecido conjuntivo, pertencem ao mesmo grupo de células multipotentes, e que a estimulação nutricional no terço final de gestação poderia aumentar a adipogênese em detrimento à fibrinogênese, reduzindo assim a dureza da carne e tornando-a mais macia e apreciável pelo consumidor.

Os pequenos efeitos da nutrição materna na gestação sobre os parâmetros de carcaça e carne da progênie obtidos em nosso estudo podem ter sido influenciados pelo sistema de criação pós-nascimento e pela adaptação da progênie ao meio de criação. De maneira geral, Greenwood e Bell (2019) comentam que em sistemas de criação baseados em pastagens, seguidos de acabamento em confinamento, a nutrição materna apresenta poucos efeitos sobre a qualidade da carne dos descendentes, incluindo força de cisalhamento, perda de cozimento, teor de gordura intramuscular e cor da carne aos 30 meses de idade. Essa teoria pode estar relacionada a capacidade de adaptação e ganhos compensatórios da prole RES em situações de estresse nutricional durante a vida pós-natal.

Em complemento, Klein et al. (2021a) comentam em revisão bibliográfica sobre as poucas influências da programação fetal em idades avançadas da progênie devido às adaptações ambientais, aspectos que nos levam à hipótese que um sistema mais intensivo de criação com menor oscilação na oferta de nutrientes aos animais poderia reduzir a idade ao abate e potencializar o desempenho da progênie programada, bem como maximizar os reais efeitos da programação fetal sobre as características de carcaça e carne em bovinos de corte.

CONCLUSÃO

De maneira geral, nosso estudo confirma a influência da nutrição materna na gestação sobre a formação tecidual da progênie, sendo algumas alterações consequências da formação do “fenótipo econômico” na prole RES.

O fornecimento de 150% das exigências de energia e proteína (HIGH) no terço final de gestação reduz a conformação da carcaça da progênie e melhora a suculência da carne destes animais.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A. et al. KÖPPEN’S climate classification map for Brazil. **Meteorologi Schezeit Schrift**, v. 22, n. 6, p. 721-728, 2013.

CATTELAM, J. et al. Efeito heterótico nas partes não-integrantes a carcaça de novilhos terminados em confinamento. **Ciência Animal Brasileira**, v. 15, n. 2, p. 174-186, 2014.

CHEN, D. et al. Adipogenesis, fibrogenesis and myogenesis related gene expression in longissimus muscle of high and low marbling beef cattle. **Livestock Science**, v. 229, p. 188-193, 2019.

Da CRUZ, W. F. G. et al. Effects of maternal protein supplementation and inclusion of rumen-protected fat in the finishing diet on nutrient digestibility and expression of intestinal genes in Nellore steers. **Animal Science Journal**, v. 90, p. 1200-1211, 2019.

DU, M. et al. Fetal programming of skeletal muscle development in ruminant animals. **Journal Animal Science**, v. 88, p. 51-60, 2010.

DU, M. et al. Fetal muscle development, mesenchymal multipotent cell differentiation and associated signaling pathways. **Journal Animal Science**, v. 82, p. 583-590, 2014.

DU, M. et al. Fetal programming in meat production. **Meat Science**, v. 109, p. 40-47, 2015.

DUARTE, M. S. et al. Effects of maternal nutrition on development of gastrointestinal tract of bovine fetus at different stages of gestation. **Livestock Science**, v. 153, p. 60-65, 2013.

FERREIRA DIAS, E. F. **Microbioma e caracterização do epitélio ruminal e cecal de bovinos de corte submetidos à programação fetal**. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de alimentos – Universidade de São Paulo. Pirassununga, 2022.

GREENWOOD, D. P.; BELL, A. W. Developmental programming and growth of livestock tissues for meat production. **Veterinary Clinics Food Animal**, v. 35, p. 303-319, 2019.

HANKINS, O. G.; HOWE, P. E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts**. Washington, D.C.:USDA (Technical Bulletin, USDA n. 926). 1946. 21p.

KLEIN, J. L. et al. Efeitos da nutrição materna na gestação sobre a qualidade da progênie - uma revisão, **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e45710212654, 2021a.

KLEIN, J. L., Productive performance of beef cows subjected to different nutritional levels in the third trimester of gestation. **Animal**, v. 15, n.1, p. 100089, 2021b.

McCarty, K. J. et al. The effects of early or mid-gestation nutrient restriction on bovine fetal pancreatic development. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 70, p. 1-6, 2020.

MARESCA, S. et al. The influence of protein restriction during mid to late gestation on beef offspring growth, carcass characteristic and meat quality. **Meat Science**, v. 153, p. 103-108, 2019.

MOHRHAUSER, D. A. et al. The influence of maternal energy status during mid-gestation on beef offspring tenderness, muscle characteristics, and gene expression. **Meat Science**, v. 110, p. 201-211, 2015.

MÜLLER, L. **Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaça de novilhos**. 2 ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1987. 31 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7th ed. Washington: National Academy Press, 2000.

Statistical Analysis Systems Institute, 2016. SAS User's guide version 3.5 SAS® Studio University Edition. Cary, NC, USA.

ZAGO, D.; CANOZZI, M. E. A.; BARCELLOS, J. O. J. Pregnant beef cow's nutrition and its effects on postnatal weight and carcass quality of their progeny. **Plos One**, v. 15, n. 8, p. e0237941, 2020.

ZHU, M. J. et al. Maternal nutrient restriction affects properties of skeletal muscle in offspring. **The Journal of Physiology**, v. 575, n. 1, p. 241-250, 2006.

WEBB, M. J. et al. Influence of maternal protein restriction in primiparous heifers during mid and/or late-gestation on meat quality and fatty acid profile of progeny. **Meat Science**, v. 152, p. 31-37, 2019.

WILSON, T. B. et al. Influence of prepartum dietary on beef cow performance and calfgrowth and carcass characteristics. **Livestock Science**, v. 184, p. 21-27, 2016.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, melhorar a nutrição materna na gestação, seja por via de suplementação ou não, tem demonstrado ser uma estratégia muito interessante para formar indivíduos mais eficientes e adaptados aos sistemas cada vez mais intensivos de produção após o nascimento. Em nosso estudo, os níveis nutricionais no terço final de gestação proporcionaram ganhos de peso de -0,103; 0,025 e 0,207 kg/dia para as vacas restritas (RES), para as que receberam 100% das exigências de energia e proteína (REQ) e para àquelas que tiveram suas exigências ultrapassadas (HIGH). Esses ganhos de peso demonstram que vacas RES mobilizaram reservas corporais para manter o crescimento fetal acelerado no último trimestre de gestação, enquanto que vacas HIGH tiveram excesso de nutrientes na dieta, permitindo um acúmulo de reservas corporais. Os escores corporais ao parto demonstram o status nutricional das vacas em questão, com valores respectivamente de 2,81, 2,92 e 2,99 pontos, para as fêmeas RES, REQ e HIGH, respectivamente.

As distintas condições nutricionais e respostas adaptativas das vacas à ingestão de energia e proteína interferem no crescimento e formação fetal, podendo alterar o potencial produtivo da progênie após o nascimento. Em nosso estudo, poucos efeitos da programação fetal foram visíveis na vida adulta da progênie durante a fase de terminação em confinamento, visto que os indivíduos programados também sofrem adaptações aos sistemas produtivos enfrentados durante a vida pós-natal.

Porém, a maior ingestão de nutrientes pela vaca no final da gestação parece melhorar a adaptação metabólica da progênie, ou seja, esses animais estão mais adaptados a metabolizar grandes quantidades de nutrientes da dieta. Por outro lado, animais RES que passaram por desafios nutricionais na gestação apresentam maior capacidade adaptativa aos desafios nutricionais também após o nascimento, como observado no período inicial do confinamento no presente trabalho. Além disso, a fase de crescimento da progênie foi realizada em sistema pastoril, com variação na oferta de nutrientes aos animais durante o ano, sistema que favoreceu os animais RES e de certa forma suprimiu o potencial de produção da progênie programada.

Porém, a medida que melhora o sistema produtivo, como na fase de terminação em confinamento, animais REQ e HIGH respondem melhor à ingestão de nutrientes pela maior capacidade metabólica de converter em ganho de peso. A enzima Aspartato Transaminase (AST) que mede a disfunção e problemas hepáticos tem sua concentração aumentada nos novilhos RES e foi reduzida nos animais HIGH, fruto da adaptação destes animais à maior densidade de nutrientes já no período fetal. Essas adaptações metabólicas e teciduais

favoreceram o desempenho produtivo das progênies programadas, onde os animais REQ foram mais eficientes para o índice de CAR (consumo alimentar residual) por apresentarem baixo consumo de alimento, enquanto que a progênie HIGH foi mais produtiva por apresentar maior valor de GPR (ganho de peso residual) em relação aos demais grupos.

Mesmo com alguns efeitos da programação fetal sobre desempenho da progênie, apenas alterações superficiais foram observadas na carcaça e carne dos animais, similaridades que podem ser atribuídas tanto às adaptações maternas à falta de nutrientes na gestação, como pela adaptabilidade e ganhos compensatórios das progênies após o nascimento. Desta forma, mais estudos devem ser realizados na área para aprofundar os conhecimentos sobre a influência nutricional da vaca gestante sobre a formação fetal e potencial produtivo da progênie na vida adulta.

REFERÊNCIAS

ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira**, 2018.

BAUMAN, D. E.; CURRIE, B. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis e homeorhesis. **Journal of Dairy Science**, v. 63, n. 9, p. 1514-1529, 1980.

BOHNERT, D. W. et al. Late gestation supplementation of beff cows differing in body condition score: Effects on cow and calf performance. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 11, p. 5485-5491, 2013.

BROADHEAD, D. L. Et al. Methods to increase productivity of spring calving production systems in the Nebraska Sandhills. **Proceedings Western sec American Society Animal Science**, v. 67, p. 9-17, 2016.

BROADHEAD, D.; MULLINIKS, J. T.; FUNSTON, R. N. Development programming in a beef production system. **Veterinary Clinics Food Animal**, v. 35, p. 379-390, 2019.

CHEN, D. et al. Adipogenesis, fibrogenesis and myogenesis related gene expression in longissimus muscle of high and low marbling beef cattle. **Livestock Science**, v. 229, p. 188-193, 2019.

COOPER-PRADO, M. J. et al. Effetes of body weight gain and bovine somatotropin treatment of postpartum beef cows on concentrations of IGF-1, insulin, and glucose in blood plasma; luteal activity; and calf growth. **The Professional Animal Scientist**, v. 34, p. 513-521, 2018.

DU, M. et al. Fetal programming of skeletal muscle development in ruminant animals. **Journal Animal Science**, v. 88, p. 51-60, 2010.

DU, M. et al. Manipulating mesenchymal progenitor cell differentiation to optimize performance and carcass value of beef cattle. **Journal Animal Science**, v. 91, n. 3, p. 1419-1427, 2013.

DUARTE, M. S. et al. Effects of maternal nutrition on development of gastrointestinal tract of bovine fetus at different stages of gestation. **Livestock Science**, v. 153, p. 60-65, 2013.

FORD, S. P.; HESS, B. W.; SCHWOPE, M. M. Maternal undernutrition during early to mid-gestation in the ewe results in altered growth, adiposity, and glucose tolerance in male offspring. **Journal of Animal Science**, v. 85, p. 1285-1294, 2007.

GACCIOLI, F. et al. Placental transport in response to altered maternal nutrition. **Journal of Development Origins of Health and Disease**, v. 4, n. 2, p. 101-115, 2013.

GUTIÉRREZ, V. et al. Effects of calf early nutrition on muscle fiber characteristics and gene expression. **Livestock Science**, v. 167, p. 4018-416, 2014.

HYTTEL, P.; SINOWATZ, F.; VEJLSTED, M. **Embriologia veterinária**. Rio de Janeiro: Elsevier. 2012. 455p.

KLEIN, J. L. et al. Beef cow weight variations during gestation and offspring performance: a meta-analysis. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 6, p. 3961-3976, 2021a.

KLEIN, J. L., Productive performance of beef cows subjected to different nutritional levels in the third trimester of gestation. **Animal**, v. 15, n.1, p. 100089, 2021b.

LARSON, D. M. et al. Winter grazing system and supplementation during late gestation influence performance of beef cows and steer progeny. **Journal Animal Science**, v. 87, p. 1147-1155, 2009.

MARESCA, S. et al. Effect of protein restriction of bovine dams during late gestation on offspring postnatal growth, glucose-insulin metabolism and IGF-1 concentration. **Livestock Science**, v. 212, p. 120-126, 2018.

MARESCA, S. et al. The influence of protein restriction during mid to late gestation on beef offspring growth, carcass characteristic and meat quality. **Meat Science**, v. 153, p. 103-108, 2019.

MOHRHAUSER, D. A. et al. The influence of maternal energy status during mid-gestation on beef offspring tenderness, muscle characteristics, and gene expression. **Meat Science**, v. 110, p. 201-211, 2015.

MULLINIKS, J. T. et al. Winter protein management during late gestation alters range cow and steer progeny performance. **Journal of Animal Science**, v. 90, p. 5099-5106, 2012.

OLIVEIRA FILHO, B. D. et al. The effect of offering an energy and protein supplement to grazing canchim beef cows either postpartum or both pre- and postpartum on lipid blood metabolites and folliculogenesis. **Animal Reproduction Science**, v. 121, p. 39-45, 2010.

REYNOLDS, L. P. et al. Developmental programming of fetal growth and development. **Veterinary Clinics Food Animal**, n. 35, p. 229-247, 2019.

SYMONDS, M. E; SEBERT, S. P; BUDGE, H. Nutritional regulation of fetal growth and implications for productive life in ruminants. **Animal**, v. 4, n. 7, p. 1075-1083, 2010.

TSUNEDA, P. P. et al. Efeitos da nutrição materna sobre o desenvolvimento e performance reprodutiva da prole de ruminantes. **Investigação**, v. 16, n. 1, p. 56-61, 2017.

UNDERWOOD, K. R. et al. Nutrition during mid to late gestation affects growth, adipose tissue deposition, and tenderness in cross-bred beef steers. **Meat Science**, v. 86, p. 588-593, 2010.

WASHBURN, J.L., TAYLOR, R.K., LONG, N.M. The effects of early or mid-gestation nutrient restriction on bovine fetal pancreatic development. **Journal of Animal Science**, n. 94, p. 67, 2016.

WEBB, M. J. et al. Influence of maternal protein restriction in primiparous heifers during mid and/or late-gestation on meat quality and fatty acid profile of progeny. **Meat Science**, v. 152, p. 31-37, 2019.

WILSON, T. B.; FAULKNER, D. B.; SHIKE, D. W. Influence of prepartum dietary on beef cow performance and calf growth and carcass characteristics. **Livestock Science**, v. 184, p. 21-27, 2016.

VAZ, R. Z. et al. Produtividade e eficiência de produção de vacas de diferentes grupos genéticos submetidas a pastagens cultivadas no pré ou pós-parto. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 5, p. 2697-2708, 2014.

ANEXOS

Anexo A- Carta de aprovação do comitê de ética no uso de animais da UFSM.



Comissão de Ética no Uso de Animais

da

Universidade Federal de Santa Maria

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "Nutrição materna durante o terço final de gestação: reflexos sobre o desempenho na terminação e características pós-abate da progênie.", protocolada sob o CEUA nº 2531070319, sob a responsabilidade de **Dari Celestino Alves Filho** e equipe; *Ivan Luiz Brondani; John Lenon Klein; Sander Martinho Adams* - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Santa Maria (CEUA/UFSM) na reunião de 30/04/2019.

We certify that the proposal "Maternal nutrition during the final third of gestation: reflexes on the finishing performance and post-slaughter characteristics of the progeny.", utilizing 42 Bovines (42 males), protocol number CEUA 2531070319, under the responsibility of **Dari Celestino Alves Filho** and team; *Ivan Luiz Brondani; John Lenon Klein; Sander Martinho Adams* - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the Federal University of Santa Maria (CEUA/UFSM) in the meeting of 04/30/2019.

Finalidade da Proposta: **Pesquisa (Acadêmica)**

Vigência da Proposta: de **05/2019** a **06/2022** Área: **Zootecnia**

Origem: **Animais provenientes de outro projeto**

Espécie: **Bovinos**

sexo: **Machos**

idade: **16 a 20 meses**

Linhagem: **Charolês e Nelore**

Peso: **400 a 500 kg**

Ativar o Widget
N:ces42 Configurar



Comissão de Ética no Uso de Animais

da

Universidade Federal de Santa Maria

Santa Maria, 02 de maio de 2019

Prof. Dr. Denis Broock Rosemberg
Coordenador da Comissão de Ética no Uso de Animais
Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Saulo Tadeu Lemos Pinto Filho
Vice-Coodenador da Comissão de Ética no Uso de Animais
Universidade Federal de Santa Maria