

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

Sander Martinho Adams

**NÍVEL NUTRICIONAL NA GESTAÇÃO DE VACAS DE CORTE:
EFICIÊNCIA REPRODUTIVA E PRODUTIVA DA PROLE**

Santa Maria, RS
2023

Sander Martinho Adams

**NÍVEL NUTRICIONAL NA GESTAÇÃO DE VACAS DE CORTE: EFICIÊNCIA
REPRODUTIVA E PRODUTIVA DA PROLE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para o 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

Adams, Sander Martinho
NÍVEL NUTRICIONAL NA GESTAÇÃO DE VACAS DE CORTE:
EFICIÊNCIA REPRODUTIVA E PRODUTIVA DA PROLE / Sander
Martinho Adams.- 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. Produção de bezerros 2. Programação fetal 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, SANDER MARTINHO ADAMS, 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.

Sander Martinho Adams

**NÍVEL NUTRICIONAL NA GESTAÇÃO DE VACAS DE CORTE: EFICIÊNCIA
REPRODUTIVA E PRODUTIVA DA PROLE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para o título de **Doutor em Zootecnia**.

Aprovada em 27 de março de 2023

**Dari Celestino Alves Filho, Doutor (UFSM)
(Presidente/Orientador)**

Luiz Ângelo Damian Pizzuti, Doutor (UFSM)

Rangel Fernandes Pacheco, Doutor (IFFAR-FW)

Ricardo Zambarda Vaz, Doutor (UFSM)

Álisson Marian Callegaro, Doutor (UNIPAMPA)

Santa Maria, RS
2023

Dedico este trabalho a todas as pessoas que almejam se aperfeiçoar por meio dos estudos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas que foram fundamentais em minha vida até este momento. Sem elas, a realização deste trabalho não seria possível.

Aos meus pais (Silvério e Marta), pelos ensinamentos base que me modelam como pessoa. Nunca foi fácil, mas posso olhar para traz e sentir orgulho da caminhada que venho seguindo até agora. Gostaria de agradecer também pela paciência, puxões de orelha (que as vezes nem eram tão necessários, KKKK) e principalmente ao incentivo que sempre recebi para buscar melhores condições de vida. Condições que apenas o estudo poderia me proporcionar.

Aos inúmeros colegas do Laboratório de Bovinocultura de Corte que tive a oportunidade de conviver nos últimos 11,5 anos. Fazendo cálculos conservadores, foram mais de 250 pessoas. Impossível nomear todos aqui agora, mas sempre busquei me espelhar nos melhores perfis pessoais e profissionais que conheci neste “LAR” e levarei comigo as melhores lembranças deste período. Gostaria de citar e agradecer de modo especial, alguns colegas que estiveram disponíveis por muito tempo e sempre dispostos a auxiliar quando os desafios pareciam ser grandes demais para a resolução solo. Um muito obrigado especial para: John Lenon Klein, Diego Soares Machado, Leonel da Silva Rodrigues, Rodrigo Soares Volpatto e a Joziane Michelin Cocco.

Ao meu professor orientador Dr. Dari Celestino Alves Filho, pelos assuntos leves, coração enorme e a boa convivência que tivemos durante este período, e principalmente, por não tornar o processo mais difícil do que já é, o que muitos outros orientadores acabam fazendo.

Agradeço de modo especial a Deus pela minha família, Patrícia e Matheus que me ajudaram de todas as formas possíveis, desde trabalho braçal com os animais durante a pandemia até apoio emocional, sendo meu ponto seguro durante as minhas noites de insônia. Eu sempre ficava muito feliz pela companhia e por ouvir vocês dormindo enquanto estava pensando em maneiras de resolver os problemas que ocorreram durante este período.

E por último, mas não menos importante, a CAPES pela concessão da bolsa, a mesma foi essencial durante todo o período de estudos.

Se você tem uma laranja e troca com outra pessoa que também tem uma laranja, cada um fica com uma laranja. Mas se você tem uma ideia e troca com outra pessoa que também tem uma ideia, cada um fica com duas.

Confúcio

RESUMO

NÍVEL NUTRICIONAL NA GESTAÇÃO DE VACAS DE CORTE: EFICIÊNCIA REPRODUTIVA E PRODUTIVA DA PROLE

AUTOR: Sander Martinho Adams
ORIENTADOR: Dari Celestino Alves Filho

A restrição nutricional durante a formação do feto tem efeitos negativos sobre o seu desenvolvimento, o que pode comprometer seu desempenho. Contudo, trabalhos científicos que mensuraram o tamanho desse comprometimento são escassos e inconsistentes, além de inexistentes no caso de avaliações a longo prazo. Logo, o objetivo deste trabalho foi de avaliar os impactos do nível nutricional durante a formação fetal da vaca de corte sobre o seu desempenho produtivo, reprodutivo e os impactos nos animais por ela gerados. Os tratamentos foram formados de acordo com o nível nutricional durante o terço final da formação fetal das vacas em: Baixo (vacas alocadas em pastagem nativa e submetidas, a uma leve restrição nutricional), Médio (vacas alocadas em pastagem nativa e suplementadas para atender 100% das exigências de manutenção) e Alto (vacas alocadas em pastagem nativa e suplementadas para atender 150% das exigências de manutenção). Foram utilizadas 40 vacas e os 64 bezerros que estas produziram após serem submetidas a três períodos reprodutivos. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com número variável de repetições por tratamento e os dados coletados testados quanto à normalidade, sendo posteriormente submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey à nível de 5% de probabilidade. Não houve diferença no peso ao nascimento das vacas de corte e no peso ao nascimento dos bezerros por elas gerados em função dos tratamentos avaliados. As vacas do grupo Alto tiveram maior ganho médio diário de peso vivo no período pós-natal em relação as do grupo Baixo. Este resultado impactou o escore de condição corporal ao final do primeiro período reprodutivo e consequentemente, houve maiores taxas de prenhez e produção de bezerros no tratamento Alto em relação ao Baixo. Além disso, os bezerros oriundos de vacas do tratamento Alto também apresentaram melhor desenvolvimento pós-natal em relação aos bezerros de vacas Baixo. O nível nutricional durante o terço final da formação fetal impacta o desempenho produtivo, os índices reprodutivos da vaca de corte e o desempenho dos bezerros que por ela são gerados.

Palavras-chave: Condição corporal materna. Programação fetal. Suplementação. Terço final de gestação.

ABSTRACT

NUTRITIONAL LEVEL IN THE PREGNANCY OF BEEF COWS: REPRODUCTIVE AND PRODUCTIVE EFFICIENCY OF THE OFFSPRING

AUTHOR: Sander Martinho Adams
ADVISOR: Dari Celestino Alves Filho

Nutritional restriction during fetal development has negative effects on its growth and development, which can compromise its performance. However, scientific studies that measured the extent of this compromise are scarce, inconsistent, and non-existent in the case of long-term evaluations. Therefore, the objective of this study was to evaluate the long-term impacts of nutritional levels during fetal development of beef cows on their productive and reproductive performance, as well as the impacts on the animals they generate. The treatments were formed according to the nutritional level during the final third of fetal development of cows: Low (cows allocated to native pasture and subjected to mild nutritional restriction), Medium (cows allocated to native pasture and supplemented to meet 100% of maintenance requirements), and High (cows allocated to native pasture and supplemented to meet 150% of maintenance requirements). Forty cows and the 64 calves they produced after being subjected to three reproductive periods were used. The experimental design used was completely randomized, with a variable number of repetitions per treatment, and the collected data were tested for normality and subsequently subjected to variance analysis by the F test, and the means compared by the Tukey test at a 5% level of probability. There was no difference in birth weight of beef cows and the birth weight of their calves as a function of the evaluated treatments. Cows in the High group had a higher average daily gain in live weight during the postnatal period than those in the Low group. This result impacted the body condition score at the end of the first reproductive period and consequently, there were higher pregnancy rates and calf production in the High treatment compared to the Low treatment. In addition, calves from cows in the High treatment also showed better postnatal development compared to calves from the Low treatment.

Keywords: Fetal programming Final third of pregnancy. Maternal body condition. Supplementation.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Figura 1: Evolução do peso corporal de bezerros oriundos de vacas gestadas em distinta condição nutricional durante o terço final da gestação.....	45
--	----

LISTA DE TABELAS

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Tabela 1 – Evolução temporal do desenvolvimento do trato reprodutivo da fêmea bovina a partir da concepção.....	16
---	----

CAPÍTULO 1

Tabela 1 – Composição bromatológica da fração concentrada e consumos de nutrientes pelas matrizes no terço final de gestação.....	26
Tabela 2 – Médias e erros-padrão para o peso (kg), ganho médio diário (kg) e idade até atingir o peso adulto para a progênie feminina de vacas submetidas a diferentes níveis nutricionais no terço final da gestação.....	28
Tabela 3 – Médias e erros-padrão para escore de condição corporal (pontos) e peso ao final dos períodos reprodutivos (kg) para vacas gestadas sob diferentes níveis nutricionais no terço final da gestação.....	29
Tabela 4 – Médias e erros-padrão para características produtivas de vacas gestadas sob diferentes níveis nutricionais no terço final da gestação.....	29

CAPÍTULO 2

Tabela 1 – Composição bromatológica da fração concentrada e consumos de nutrientes pelas matrizes no terço final de gestação.....	41
Tabela 2 – Médias e erros-padrão para características produtivas e nutricionais do leite oriundo de vacas gestadas sob diferentes níveis nutricionais no terço final da gestação.....	43
Tabela 3 – Médias e erros-padrão do peso (kg) referentes ao ganho médio diário de peso vivo (kg) em diferentes momentos durante o primeiro ano de vida de bezerros oriundos de vacas gestadas sob diferentes níveis nutricionais no terço final da gestação.....	44
Tabela 4 – Médias e erros-padrão para medidas corporais (cm) aos 365 dias de idade de bezerros oriundos de vacas gestadas sob diferentes níveis nutricionais no terço final da gestação.....	45

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	NÍVEL NUTRICIONAL NA GESTAÇÃO DE VACAS DE CORTE: EFEITO SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA PROGÊNIE	15
2.2	NÍVEL NUTRICIONAL NA GESTAÇÃO DE VACAS DE CORTE: EFEITOS SOBRE OS PARÂMETROS REPRODUTIVOS	16
2.3	NÍVEL NUTRICIONAL NA GESTAÇÃO DE VACAS DE CORTE	19
2.4	NÍVEL NUTRICIONAL NA GESTAÇÃO DE VACAS DE CORTE: EFEITOS SOBRE A PRODUÇÃO DE LEITE.....	20
3	CAPÍTULO I – DESEMPENHO PRODUTIVO E REPRODUTIVO DE VACAS DE CORTE GESTADAS SOB DIFERENTES NÍVEIS NUTRICIONAIS.....	22
3.1	RESUMO	22
3.2	ABSTRACT	23
3.3.	INTRODUÇÃO	24
3.4	MATERIAL E MÉTODOS	24
3.5	RESULTADOS	28
3.6	DISCUSSÃO	30
3.7	CONCLUSÃO	33
3.8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
4	CAPÍTULO II - COMPOSIÇÃO DO LEITE DE VACAS DE CORTE GESTADAS SOB DIFERENTES NÍVEIS NUTRICIONAIS E DESEMPENHO DE SEUS BEZERROS	37
4.1	RESUMO	37
4.2	ABSTRACT	38
4.3.	INTRODUÇÃO	39
4.4	MATERIAL E MÉTODOS	40
4.5	RESULTADOS	43
4.6	DISCUSSÃO	45
4.7	CONCLUSÃO	47
4.8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
	REFERENCIAS	52

ANEXO A - CERTIFICADOS DE APROVAÇÃO DO ESTUDO PELA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA	55
ANEXO B – BEZERRAS GESTADAS SOB DISTINTOS NÍVEIS NUTRICIONAIS QUANDO POSSUAM 5 MESES DE IDADE E SUAS MÃES.....	57
ANEXO C – ANIMAIS GESTADOS SOB DISTINTOS NÍVEIS NUTRICIONAIS SENDO EXPOSTOS AO PRIMEIRO PERÍODO REPRODUTIVO.....	58

1 INTRODUÇÃO

A bovinocultura de corte é uma importante atividade econômica no Brasil, sendo o principal exportador mundial de carne bovina. Em 2021, este país comercializou 2,48 milhões de toneladas equivalente carcaça, e para mais de 124 países (ABIEC, 2022). Contudo, esse volume está intimamente atrelado ao expressivo tamanho do rebanho bovino brasileiro, uma vez que os índices produtivos são inferiores em relação a alguns países concorrentes (USDA, 2023). A eficiência reprodutiva das matrizes é um dos fatores que mais impactam no sucesso ou fracasso de um sistema produtivo, uma vez que o retorno econômico da vaca de corte está diretamente relacionado a quantidade de quilogramas de bezerro que ela desmama por hectare/ano.

Logo, o baixo número de bezerros desmamados no Brasil é um dos fatores que contribuem para estes baixos índices produtivos. Entre outros fatores, a baixa taxa de natalidade pode estar relacionada com o meio em que as matrizes permanecem durante alguns períodos do ano. O sistema de produção extensivo adotado majoritariamente pelos produtores do país, é baseado em forrageiras estacionais, sofrendo assim com as oscilações climáticas, como: a precipitação pluviométrica, temperatura e insolação. Associado a isso, no terço final de gestação o rebanho de cria é submetido a forragens de baixa qualidade e quantidade, uma vez que os sistemas produtivos priorizam a melhor dieta para a matriz de maior exigência nutricional, como as que estão em fase de lactação. Esses desafios nutricionais durante a gestação pode resultar em redução do escore de condição corporal (ECC), impactando na atividade reprodutiva subsequente (LIRA SILVA et al. 2016).

Além disso, o nível nutricional das matrizes gestantes pode exercer influência no desenvolvimento pré e pós-natal do feto. Em revisão de literatura, Tsuneda et al. (2017) afirmam que a programação fetal através da nutrição materna na gestação é um dos fatores que mais interferem no desenvolvimento da prole, onde tanto a subnutrição como a super nutrição podem modificar o metabolismo e fisiologia do bezerro após o nascimento. A deficiência nutricional da vaca gestante pode influenciar negativamente o desenvolvimento dos órgãos reprodutivos da prole (FUNSTON et al., 2010a), prejudicando sua fertilidade e índices produtivos. A subnutrição na vida intrauterina pode impactar o eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal durante a formação do aparelho reprodutivo das fêmeas, que em casos graves, pode resultar até na perda de função reprodutiva na vida adulta (GAO et al., 2014).

Para descrever os impactos que os insultos ao ambiente intrauterino durante o desenvolvimento fetal podem causar em longo prazo na progênie os pesquisadores costumam utilizar o termo “programação fetal” (REYNOLDS et al., 2019). Embora estudos recentes

tenham contribuído para a melhor elucidação dos efeitos da programação fetal, a dimensão e os impactos a longo prazo sobre gerações subsequentes de bovinos ainda não foram pesquisados. Assim, a hipótese deste trabalho é que o aumento do nível nutricional no terço final de gestação da vaca de corte melhora o desempenho reprodutivo e produtivo da progênie feminina e dos animais que por ela venham a ser gerados.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 NÍVEL NUTRICIONAL NA GESTAÇÃO DE VACAS DE CORTE: EFEITO SOBRE O DESENVOLVIMENTO CORPORAL DA PROGÊNIE

O déficit nutricional durante a gestação da matriz pode influenciar o desenvolvimento fetal, comprometendo a atividade reprodutiva e o desenvolvimento do tecido muscular, adiposo e a qualidade da carcaça da progênie (SCHOONMAKER e LADEIRA, 2014). Contudo, para compreender esses processos, é necessário conhecer minimamente a fisiologia relacionada a formação fetal. A primeira metade do período gestacional é marcado pela intensa vascularização entre a placenta e útero materno, estabelecendo circulação sanguínea entre a matriz e o feto (TSUNEDA et al., 2017). O aumento do fluxo de sangue e o estabelecimento da circulação fetal funcional é fundamental para o crescimento e desenvolvimento normal do feto (DU et al., 2010).

Dessa forma, a restrição alimentar no período inicial de gestação pode reduzir a capacidade do feto em adquirir quantidades apropriadas de nutrientes e oxigênio, prejudicando o crescimento fetal no decorrer da gestação (DU et al., 2015). Quando a subnutrição ocorre no terço médio e final de gestação, poderá haver falhas no desenvolvimento final dos órgãos, na formação do sistema muscular esquelético e tecido adiposo, além de deficiências na absorção de nutrientes essenciais para a reprodução (FUNSTON et al., 2010a). No terço final, o feto apresenta crescimento acelerado e requer um aporte maior de oxigênio e nutrientes (TSUNEDA et al., 2017).

Já o desenvolvimento muscular ocorre em três momentos distintos: embriogênico, fetal e adulto (DU et al., 2013), sendo o músculo esquelético composto por células miogênicas, adipogênicas e fibrogênicas. Estas células sofrem diferenciação durante o desenvolvimento fetal, originando, respectivamente: as fibras musculares, os adipócitos e os fibroblastos presentes no músculo esquelético (DU et al., 2013). O processo de formação do músculo esquelético inicia pela miogênese, a qual ocorre entre o segundo e oitavo mês de gestação, seguida de hipertrofia muscular que se inicia no sexto mês gestacional.

A fase de adipogênese tem início por volta do quinto mês de gestação, com maior intensidade no período que antecede o parto, seguindo com a formação menos intensa de adipócitos até os primeiros meses de idade (DU et al., 2013). Segundo os mesmos autores, isso ocorre devido à redução das células multipotentes presentes no músculo esquelético que sofrem diferenciação para formação do tecido adiposo. Martin et al. (2007) e Funston et al. (2010b),

verificaram em seus estudos, aumento no número de adipócitos em filhas de vacas suplementadas no terço final de gestação.

A fibrogênese completa a formação do músculo esquelético, sendo o colágeno o principal componente do tecido conjuntivo. O colágeno é responsável pela conexão entre músculos e ossos, e envolve as fibras musculares, estando então relacionado com a maciez da carne (DU et al, 2013). Pensando no viés da qualidade de carne, é possível perceber que os processos de adipogênese e fibrogênese são competitivos, uma vez que ambos se originam das células progenitoras presentes nas fibras musculares. O favorecimento da adipogênese durante o desenvolvimento muscular através do maior aporte nutricional, reduz o conteúdo de tecido conjuntivo, melhorando assim a maciez e a suculência da carne, devido a maior formação de adipócitos entremeados nas fibras musculares (DU et al., 2015).

Desse modo, a deficiência nutricional do início até a metade da gestação tende a reduzir o número de fibras musculares, impactando negativamente a massa muscular e o desempenho pós-natal da prole, uma vez que o tamanho das fibras musculares não pode exceder os limites de crescimento do seu tamanho normal (DU et al., 2013). Porém, na bovinocultura de corte brasileira, em função do sistema produtivo baseado em pastagens de ciclo estacional, a maior deficiência nutricional a qual as matrizes são submetidas ocorre durante o terço final de gestação e os impactos dessa prática ainda não estão esclarecidos.

2.2 NÍVEL NUTRICIONAL NA GESTAÇÃO DE VACAS DE CORTE: EFEITOS SOBRE OS PARÂMETROS REPRODUTIVOS

A evolução temporal do desenvolvimento da fêmea bovina a partir da concepção está demonstrada na Tabela 1.

Tabela 1: Evolução temporal do desenvolvimento do trato reprodutivo da fêmea bovina a partir da concepção

Eventos	Dias de gestação
Diferenciação gonadal do sexo	39
Pico de células germinativas nas gônadas	110
Formação dos folículos	85-170
Surgimento dos folículos antrais	250
Nascimento	280-300

Adaptado de Cushman & Perry 2019

A formação dos órgãos reprodutivos da fêmea bovina ocorre juntamente com o desenvolvimento da placenta (GREENWOOD et al., 2010), e os ovários começam a se desenvolver por volta dos 50 a 60 dias após a concepção. A subnutrição na vida intrauterina pode impactar o eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal durante a formação do aparelho reprodutivo das fêmeas, que em casos graves, pode resultar até na perda de função reprodutiva na vida adulta (GAO et al., 2014). A fertilidade dos bovinos está intimamente relacionada à formação ovariana, onde os oócitos individuais se desenvolvem a partir de ninhos de ovócitos em folículos primordiais (FUNSTON et al., 2013). O início da montagem dos folículos primordiais é específico de cada espécie, e nos bovinos, foi relatado como ocorrendo por volta do dia 80 da gestação, com a maioria dos folículos primordiais formados no dia 143,69 (FUNSTON et al., 2013). Apesar de importantes eventos associados ao desenvolvimento reprodutivo dos bovinos ocorrerem durante a primeira metade da gestação, é na segunda metade dessa fase que o desenvolvimento folicular e o surgimento dos folículos antrais ocorrem, tornando a fase final de gestação tão importante quanto a primeira no ponto de vista da formação reprodutiva das fêmeas.

Contudo, os impactos do nível nutricional da gestação sobre os eventos anteriormente descritos, ainda não estão bem elucidados, e tanto a restrição como o excesso de nutrientes na dieta da vaca durante a gestação podem impactar negativamente a reserva ovariana da geração subsequente e dessa forma, influenciar o tempo de vida da prole feminina no rebanho (IRELAND et al., 2011). O estudo conduzido por Sullivan et al. (2009) demonstrou que as filhas de novilhas alimentadas com dieta rica em proteínas durante o segundo trimestre da gestação apresentaram menor número de folículos nos ovários quando foram submetidas a avaliação histológica aos 23 meses de idade. Ireland et al. (2011) relataram resultado oposto, uma vez que as novilhas submetidas a dieta que atendia apenas 60% de suas necessidades de manutenção durante o primeiro trimestre da gestação, pariram bezerras que apresentaram um número menor de folículos ovarianos detectáveis por ultrassonografia durante o primeiro ano de vida.

Os resultados apontados pelos trabalhos anteriormente citados indicam maior tempo necessário para que a novilha consiga atingir a puberdade e redução nos índices de fertilidade desses animais, e que o impacto da fração proteica na dieta da vaca durante a gestação ainda não está plenamente identificada. Em um pequeno grupo de novilhas, a restrição nutricional e a restrição nutricional com suplementação proteica resultaram em menor peso ovariano úmido e menor massa de tecido lútea em comparação com novilhas nascidas de vacas não restritas (LONG et al., 2012).

Desse modo, há um indicativo de que os efeitos da fração energética na dieta são mais significativos que alterações na quantidade de proteínas. Há praticamente uma unanimidade nos resultados apontados pelos estudos quando estes avaliam a restrição ou a superalimentação das vacas combinando os requerimentos de energia e proteína sobre a vida produtiva da prole. Cushman e Perry. (2019) demonstraram que novilhas filhas de vacas adultas, alimentadas com 125% das exigências nutricionais de manutenção durante o terceiro trimestre de gestação, concebem primeiro durante a estação de monta em relação às novilhas filhas de vacas alimentadas com 75% das exigências nutricionais. Trabalhando com suplementação de vacas no terço final de gestação, Martin et al. (2007), não encontraram diferenças de pesos da prole ao nascimento, porém obtiveram maior ganho médio diário aos 205 dias e maior precocidade sexual das filhas de vacas suplementadas em relação àquelas sem suplementação, o que resultou em maiores taxas de prenhez destas novilhas na primeira estação de monta. Funston et al. (2010b) em estudo semelhante também não observaram diferença no peso ao nascimento, mas obtiveram maior precocidade sexual e taxa de prenhez em novilhas filhas de vacas suplementadas no pré-parto.

Maiores taxas de concepção durante o primeiro período reprodutivo devem ser acompanhadas de melhor desenvolvimento corporal para evitar problemas relacionados a distocia durante o parto. A área pélvica é a variável de maior influência na dificuldade de parto, uma vez que a maioria das distocias é resultante de uma incompatibilidade feto-pélvica, seja por tamanho excessivo do feto ou área pélvica materna insuficiente (DEUTSCHER, 1985).

O melhor desenvolvimento do aparelho reprodutivo da fêmea no ambiente uterino, e o maior desenvolvimento corporal destes animais após o nascimento, contribui para a redução na idade a puberdade de novilhas filhas de vacas suplementadas durante a gestação quando comparadas às filhas de matrizes sem suplementação no mesmo período (FUSTON et al., 2010b). É amplamente reconhecido que a idade em que as novilhas de reposição do rebanho atingem a puberdade e, portanto, aptas a produzir seu primeiro bezerro, influencia a eficiência reprodutiva de um rebanho de corte (CUNDIFF et al., 1992). A puberdade é o processo pelo qual os animais tornam-se aptos a reprodução. Na fêmea bovina, este processo envolve a transição de um estado de inatividade ovariana para um onde ocorre o primeiro estro seguido de uma fase lútea normal (MORAN et al., 1989).

Novilhas que parem pela primeira vez aos 2 anos de idade tendem a produzir mais bezerros durante a vida em comparação a novilhas que parem pela primeira vez aos 3 ou mais anos de idade (FORDYCE et al., 1994). A prenhez ao final do período destinado a reprodução aumenta as chances de falha de prenhez na estação reprodutiva subsequente, e a falha de

preñez é um dos principais critérios de descarte de matrizes e influencia a capacidade dos produtores de recuperar os custos de produção das novilhas.

A maioria dos estudos que avaliam o efeito da nutrição materna no desempenho da progênie de novilhas é limitada aos dados da primeira cria (FUNSTON et al., 2013) e dessa maneira informações importantes a respeito da vida produtiva desses animais não são analisadas. Além disso, maiores taxas de concepção no primeiro período reprodutivo precisam estar relacionadas com melhores índices reprodutivos nos períodos subsequentes, o que reforça a necessidade de realizar um monitoramento a longo prazo sobre as fêmeas bovinas oriundas de trabalhos envolvendo o tema programação fetal.

2.3 NÍVEL NUTRICIONAL NA GESTAÇÃO DE VACAS DE CORTE

Na vida adulta, a eficiência produtiva e reprodutiva de vacas de corte está fortemente relacionada com a nutrição. A prioridade dada aos nutrientes ingeridos na dieta dependerá do estado fisiológico em que se encontra o animal. A partição dos nutrientes utilizados pelas vacas é priorizada para o metabolismo basal, atividade física, crescimento, reservas corporais, prenhez, lactação, e por final as atividades reprodutivas, tais como ciclo estral e início da gestação (SHORT et al., 1990). A atividade reprodutiva é dependente das secreções dos hormônios reprodutivos GnRH e LH, os quais apresentam baixa produção em situações de deficiência nutricional, resultando em baixo desenvolvimento folicular (LIRA SILVA et al., 2016).

No Brasil há um predomínio do sistema extensivo de criação de bovinos de corte, onde as vacas costumam ser alocadas em pastagem nativa durante todo o ano. Esta pastagem apresenta oscilações de produção relacionadas a fatores climáticos, e durante a estação fria do ano apresenta baixo crescimento e qualidade nutricional, e como resultado disso, têm-se vacas gestantes submetidas a períodos de restrição alimentar, quando essas pastagens não são bem manejadas. Essa restrição geralmente ocorre no período pré-parto, repercutindo em perda de peso e de condição corporal ao parto, resultando em um longo intervalo parto-primeiro cio e conseqüentemente maior período parto-concepção (COLAZO et al., 2009). Além disso, essa restrição pode comprometer a performance reprodutiva da bezerra gestada nessas condições.

O intervalo parto-concepção é um dos principais fatores que influenciam a eficiência reprodutiva do rebanho, juntamente com o período de gestação, indicam o intervalo entre partos (IEP). A condição corporal da vaca ao parto também está associada ao intervalo parto-primeiro cio, à performance na lactação e a saúde e vigor do neonato (GOMES, 2015). Vacas com Escore

de Condição Corporal (ECC) de 2,5 (escala de 1-5) emprenham apenas ao final do período reprodutivo subsequente, ou até mesmo não conseguem repetir prenhez (BOHNERT et al., 2014). Melhor ECC ao parto pode elevar a taxa de prenhez das vacas de corte (LIRA SILVA et al., 2016). Cerdótes et al. (2004) observaram que vacas suplementadas com 0,7% do peso vivo de farelo de arroz e, portanto, submetidas a uma melhor condição alimentar, apresentaram desempenho produtivo e reprodutivo superior a vacas não suplementadas. Os principais fatores que influenciam a eficiência reprodutiva em bovinos incluem idade na puberdade e primeira concepção, duração do anestro pós-parto e produtividade total da vida. (BURNS et al., 2010).

Cushman et al. (2014) foram capazes de aumentar a porcentagem de filhas que conceberam nos primeiros 21 dias de reprodução em função do melhor nível nutricional das mães durante o terceiro trimestre da gestação. No mesmo trabalho, os autores não observaram diferença na idade na puberdade ou no percentual de novilhas que atingiram a puberdade no início da primeira estação de reprodução. Além disso, eles não observaram diferenças no número de folículos antrais detectáveis pelo exame de ultrassom aos 13,5 meses de idade. Isso demonstra que o desenvolvimento ovariano é sensível ao estresse durante a gestação em espécies animais; no entanto, não há evidências publicadas de que isso se traduza em diferenças de fertilidade ou longevidade reprodutiva. Funston et al. (2010b) também relataram que as novilhas oriundas de vacas suplementadas com proteína atingiram a puberdade 14 dias antes em comparação às novilhas filhas de vacas não suplementadas.

2.4 NÍVEL NUTRICIONAL NA GESTAÇÃO DE VACAS DE CORTE: EFEITOS SOBRE A PRODUÇÃO DE LEITE

A produção de leite da vaca é fundamental para o bom desenvolvimento dos bezerros até a fase de desaleitamento (FIEMS et al., 2008). Quando há escassez alimentar para sustentar o crescimento fetal ou a produção de leite, as vacas necessitam mobilizar reservas corporais de energia e proteína que foram armazenadas na época de abundância de alimentos (DEMMENT e VAN SOEST, 1985). Dessa forma, a vaca que usa suas reservas durante a gestação terá um desempenho inferior na lactação e conseqüentemente score de condição corporal inferior e menor probabilidade de repetir prenhez na estação de monta seguinte (SANTOS et al., 2009). Vacas com score de condição corporal ao parto próximo a 3,5 seguindo a escala de 1 a 5 proposta por Lowman et al. (1973), apresentam melhores condições de expressarem maior produção de leite e seus componentes nutricionais, refletindo em curvas de lactação com maior

pico de produção e persistência, e esses fatos afetam o desenvolvimento da prole (RENNÓ et al., 2006).

A formação da glândula mamária é o principal fator que determina a produção de leite. As células alveolares mamárias são responsáveis pela produção do leite, e seu desenvolvimento também inicia durante a gestação, e estão presentes em maior número em animais com bom desenvolvimento fetal (SCHOONMAKER e LADEIRA 2014). Dessa forma, espera-se maior produção e melhor valor nutricional em animais que não passaram por restrição nutricional durante a gestação, contudo, estudos que avaliaram a produção de leite de vacas de corte em relação ao nível nutricional no terço final de gestação de suas mães são escassos.

3 CAPÍTULO I – DESEMPENHO PRODUTIVO E REPRODUTIVO DE VACAS DE CORTE GESTADAS SOB DIFERENTES NÍVEIS NUTRICIONAIS

RESUMO

Aumentar a eficiência dos sistemas de produção de carne bovina é fundamental para atender à crescente demanda mundial por este produto. Este experimento teve por objetivo identificar o efeito do nível nutricional durante o terço final da formação fetal da vaca de corte sobre o seu desempenho produtivo e reprodutivo. Os tratamentos (Baixo, Médio e Alto) foram formados de acordo com o nível nutricional durante o terço final da formação fetal. Animais do grupo Baixo foram gestados por vacas submetidas exclusivamente a pastagem nativa do Bioma Pampa, enquanto vacas do grupo Médio ou Alto foram mantidas nessa pastagem com suplementação para atender 100 e 150% das exigências de manutenção, respectivamente. As fêmeas bovinas foram manejadas sempre no mesmo grupo e tiveram seus índices produtivos acompanhados até os 5 anos de idade. Não houve diferença para o peso ao nascimento entre os tratamentos, porém, animais gestados em melhores condições nutricionais apresentaram melhor desempenho ponderal até os 365 dias de idade. Esse desempenho resultou em menor tempo para atingir o peso adulto e conseqüentemente melhor escore de condição corporal e maior peso ao primeiro parto. Esses resultados também influenciaram diretamente os índices reprodutivos a favor dos animais gestados em melhor condição nutricional. O nível nutricional durante o terço final da formação fetal impacta o desempenho de vacas de corte, sendo que as gestadas sob baixa condição nutricional apresentam índices produtivos e reprodutivos inferiores.

Palavras chave: Desempenho animal. Nutrição fetal. Produção de bezerros. Programação fetal.

PRODUCTIVE AND REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF BEEF COWS GESTURED UNDER DIFFERENT NUTRITIONAL LEVELS

ABSTRACT

Increasing the efficiency of beef production systems is essential to meet the growing worldwide demand for this product. This experiment aimed to identify the effect of the nutritional level during the final third of fetal development of beef cattle on their productive and reproductive performance. The treatments (Low, Medium, and High) were formed according to the nutritional level during the final third of fetal development. Animals in the Low group were gestated by cows exclusively subjected to native pasture from the Pampa Biome, while cows in the Medium or High group were kept in this pasture with supplementation to meet 100% and 150% of maintenance requirements, respectively. The female cattle were managed in the same group and their production indexes were monitored until 5 years of age. There was no difference in birth weight between treatments, however, animals gestated under better nutritional conditions showed better weight performance up to 365 days of age. This performance resulted in a shorter time to reach adult weight and consequently, better body condition score and higher weight at first calving. These results also directly influenced the reproductive indexes in favor of animals gestated under better nutritional condition. The nutritional level during the final third of fetal development impacts the performance of beef cattle, with those gestated under low nutritional conditions presenting inferior productive and reproductive indexes.

Keywords: Animal performance. Calves production. Fetal nutrition. Fetal programming.

INTRODUÇÃO

O crescimento da população mundial, aliado a melhoria prevista dos indicadores econômicos de diversos países emergentes elevam a necessidade de incrementar a produção de carne nos próximos anos (FAO, 2018). O Brasil é o principal exportador mundial de carne bovina, exportando em 2021 um total de 2,48 milhões de toneladas equivalente carcaça para mais de 124 países (ABIEC, 2022).

A produção de bovinos de corte brasileira é predominantemente extensiva, baseada em sistemas forrageiros que possuem comportamento estacional em função da grande oscilação dos fatores climáticos como precipitações pluviométricas, temperatura e insolação. Geralmente, o rebanho de cria é submetido a forragens de baixa qualidade e quantidade durante o terço final de gestação (SILVEIRA et al., 2014), priorizando a melhor dieta para a matriz com a maior exigência nutricional em função da amamentação e submetida a um período reprodutivo, o qual está correlacionado com a taxa de prenhez que impacta diretamente na taxa de desfrute. Essa taxa mede a capacidade do rebanho em gerar excedente e, portanto, essas taxas são os principais indicadores a serem avaliados visando aumentar a eficiência produtiva da bovinocultura de corte de uma propriedade. Suprir as exigências nutricionais durante a formação fetal pode ser uma estratégia interessante para elevar essas taxas produtivas, uma vez que estudos recentes sugerem que o potencial produtivo de um animal pode ser definido durante a sua formação fetal (MARESCA et al., 2018; WEBB et al., 2019). A subnutrição na vida intrauterina pode impactar o eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal durante a formação do aparelho reprodutivo das fêmeas, que em casos graves, pode resultar até na perda de função reprodutiva na vida adulta (GAO et al., 2014).

Contudo, em função de fatores como a grande demanda por mão de obra, alta demanda por espaço físico e do longo prazo necessário para este tipo de estudo, os trabalhos publicados abordando esta temática não trazem dados conclusivos. Desse modo, objetivou-se identificar o efeito do nível nutricional durante o terço final da formação fetal da fêmea bovina sobre o crescimento/desenvolvimento corporal e desempenho produtivo e reprodutivo da prole.

MATERIAL E MÉTODOS

A Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Santa Maria aprovou todos os procedimentos que envolveram animais neste estudo, sob os protocolos nº. 7920140617 de 12/07/2017 e nº 4754260219 de 16/04/2019. O experimento foi desenvolvido

de 15 de agosto de 2017 a 15 de outubro de 2022 no Laboratório de Bovinocultura de Corte da Universidade Federal de Santa Maria, localizado no município de Santa Maria – RS (longitude 53°42' W, latitude 29°43' S, altitude 95 m). O clima da região é o “Cfa” (subtropical úmido), conforme classificação de Köppen, sendo a precipitação pluviométrica média anual entre 1600 a 1900 mm, temperatura de 18,8°C, com média mínima de 9,3°C e média máxima de 24,7°C (ALVARES et al., 2013).

As mães das fêmeas avaliadas no presente estudo eram inicialmente 85 vacas de corte oriundas do cruzamento rotativo contínuo entre as raças Charolês (CH) e Nelore (NE). As vacas foram distribuídas entre os tratamentos de acordo com os fatores: peso, ECC (escore de condição corporal), idade (4 a 12 anos) e grupo genético (CH, NE, 11/16 CH, 11/16 NE, 21/32 CH e 21/32 NE). Os tratamentos foram elaborados de acordo com o nível nutricional no terço final de gestação, sendo: Baixo (filhas de vacas que consumiram apenas pastagem natural); Médio (filhas de vacas suplementadas objetivando atender-se 100% das exigências de manutenção) e Alto (filhas de vacas suplementadas objetivando atender-se 150% das exigências de manutenção). Durante o terço final de gestação, as vacas foram mantidas em quatro piquetes de pastagem natural, com áreas de 20; 21; 41, e 47 hectares, e a cada 28 dias foi realizado o rodízio dos animais entre os piquetes para minimizar esse efeito, com um tratamento sempre subdividido entre as duas menores áreas. Maiores informações sobre a caracterização do sistema produtivo e da pastagem estão disponíveis no estudo de Silveira et al. (2014). Todos os animais tinham livre acesso a suplemento mineral, com 60 gramas de fósforo por Kg de produto (ProduBeef 60).

As exigências nutricionais no período experimental foram estimadas de acordo com as recomendações descritas pelo NRC (2001) para vacas de corte com 475,00 kg de peso corporal, consumindo 2,1% do peso corporal de matéria seca de forragem. O suplemento concentrado fornecido (0,28 e 0,98% do peso corporal para os tratamentos Médio e Alto respectivamente) foi considerado como aditivo ao consumo de forragem. A composição bromatológica do suplemento e os consumos de nutrientes pelas matrizes estão apresentados na Tabela 1.

A massa de forragem (MF) foi determinada a cada 14 dias pela técnica da dupla amostragem (WILM, 1944), considerando 3500 kg de matéria seca por hectare (kg de MS/ha) como massa residual. Para manter a MF próxima à pretendida, vacas sob mesma condição fisiológica e pertencentes ao mesmo rebanho foram utilizadas como reguladoras e os valores médios de MF e oferta de forragem (OF) obtidos foram de 4144,72 kg de MS/ha e 11,22 kg de MS/100 kg de peso corporal, respectivamente e uma taxa de lotação de 275,21 kg de peso vivo/ha, estando em acordo com as recomendações de Nabinger et al. (2009). A suplementação

era fornecida as 11:00 horas, com área de cocho de 1 m/vaca por um período médio de 85 dias (± 14 dias), cessando imediatamente após o parto. Os dados produtivos das vacas em função deste período estão disponíveis em Klein et al. (2021). O presente trabalho contempla apenas dados gerados pela progênie feminina do estudo anteriormente citado.

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

Fração da dieta	Tratamentos		
	Baixo	Médio	Alto
Composição bromatológica da fração concentrada			
Proteína bruta, %	-	18,0	15,0
Nutrientes digestíveis totais, %	-	85,0	85,0
Consumo de matéria seca e nutrientes*			
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% (SILVEIRA et al., 2014). * Vacas de corte no terço final de gestação com 475,00 kg de peso corporal, consumindo 2,1% do peso vivo de matéria seca de forragem. ** Exigências diárias de nutrientes digestíveis totais (5,30 kg) e de proteína bruta (0,75 kg). Ganho médio diário das matrizes no terço final de gestação até o parto: -0,103; 0,025 e 0,207 kg/dia para os tratamentos Baixo; Médio e Alto, respectivamente.

Do total de matrizes inicialmente alocadas no experimento, obteve-se 18, 12 e 10 repetições para os tratamentos Baixo Médio e Alto respectivamente. As bezerras foram desmamadas com idade média de 165 dias (± 12 dias). Após o desmame, foram mantidas em pastagem hibernal consorciada de aveia preta (*Avena strigosa Schreb*) e azevém (*Lolium multiflorum*), sob taxa de lotação variável buscando manter a massa de forragem disponível no piquete em aproximadamente 1200 kg de MS/ha. Após um período de vazio forrageiro de aproximadamente 30 dias, quando foram mantidas em pastagem nativa, foram alocadas em pastagem cultivada de capim milheto (*Pennisetum glaucum*) para concluir o período de recria, e ao final deste, serem expostas ao primeiro período reprodutivo aos 15 meses de idade. A partir deste momento, os animais foram manejados exclusivamente em pastagem nativa, com

período reprodutivo compreendido de 01/12 até 01/03 durante 3 anos. Ao final de cada período reprodutivo, o peso e o ECC (escore de condição corporal) de cada animal foi avaliado seguindo a escala de 1 a 5: 1=muito magra e 5=muito gorda (LOWMAN et al., 1973).

O controle do parasita carrapato (*Rhipicephalus microplus*) foi realizado sempre que necessário, pelo emprego estratégico isolado ou associado de banho de imersão e produtos do com princípio ativo aplicado via *pour on* ou injetáveis: Fluazuron; Fenthion; Cipermetrina; Clorpirifós; Ivermectina e Abamectina. As vacinações contra Febre Aftosa foram realizadas seguindo recomendações do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento.

Sempre que ocorria um parto nesses 3 períodos produtivos, o conjunto vaca e bezerro era deslocado para o centro de manejo para realização da cura e desinfecção do umbigo, identificação e obtenção do peso e ECC da vaca e peso ao nascer do bezerro. A produção de leite foi quantificada através da metodologia de diferença de peso dos bezerros, mais adequada para grande número de vacas (ESPASANDIN et al., 2001). Essa avaliação, foi realizada em média aos 7, 35 e 70 dias pós parto, sendo neste último momento, realizado o desmame precoce do bezerro. A produção de leite por lactação foi obtida multiplicando a produção média nesses 3 momentos pelo número de dias em lactação, e a produção total de leite, multiplicando a produção por lactação pelo número de lactações.

A idade ao primeiro parto foi calculada subtraindo a data do primeiro parto em relação a data de nascimento. Para obter a área pélvica, as medidas internas foram realizadas com os animais devidamente contidos e com auxílio de um pelvímeter (RICE) via transretal. A área do retângulo envolvente foi obtida por meio da multiplicação da maior distância bi ilíaca média pela distância sacro púbica.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com número variado de repetições por tratamento. As análises estatísticas foram realizadas, utilizando o modelo matemático a seguir: $Y_{ij} = \mu + N_i + Z_j + \varepsilon_{ij}$, em que: Y_{ij} : variáveis dependentes; μ : média de todas as observações; N_i : efeito do i -ésimo nível nutricional durante a formação fetal; Z_j : efeito da covariável percentagem da raça nelore nas matrizes; ε_{ij} : efeito do erro aleatório residual (erro b).

A normalidade dos resíduos foi testada por Shapiro-Wilk, e os dados transformados quando necessário. Análises estatísticas complementares também foram realizadas, como a correlação de Pearson e a regressão polinomial múltipla pelo procedimento STEPWISE adotando como critério de inclusão os efeitos significativos ($P < 0,05$) com incremento mínimo de 1% na melhoria do coeficiente de determinação.

RESULTADOS

Não se verificou diferença no peso ao nascimento dos animais (Tabela 2), contudo, houve melhor desempenho ponderal nos animais gestados em maior nível nutricional (Alto) em relação aos animais gestados em condição nutricional restrita.

Animais gestados sob condição nutricional intermediária (Médio), tiveram oscilação no desempenho corporal, onde em alguns momentos, esse tratamento se mostrou semelhante aos demais e em outros momentos semelhante apenas ao tratamento Alto e portanto, superior ao desempenho atingido pelos animais gestados em condição restrita (Baixo). Animais gestados na condição de restrição nutricional tiveram menor ganho médio diário de peso corporal (kg) até os 205 dias de idade, o que também impactou na menor percentagem do peso adulto aos 365 dias e conseqüentemente, atingiram o peso adulto com idade superior em relação aos demais tratamentos.

Tabela 2 – Médias e erros-padrão para o peso (kg), ganho médio diário (kg) e idade até atingir o peso adulto para a progênie feminina de vacas submetidas a diferentes níveis nutricionais no terço final da gestação.

Variável	Nível nutricional na formação fetal			P>F
	Baixo	Médio	Alto	
Peso ao nascer (kg)	33,16±1,39	35,39±1,70	34,27±1,86	0,6041
Peso ao desmame (kg)	154,28±5,72 ^b	169,33±6,99 ^{ab}	186,08±7,64 ^a	0,0077
Peso ajustado aos 205 dias (kg)	184,03±5,79 ^b	209,01±7,07 ^a	209,87±7,73 ^a	0,0103
Peso ajustado aos 365 dias (kg)	253,29±9,08 ^b	289,59±11,09 ^a	299,29±12,13 ^a	0,0074
GMD 0 - 205dias (kg/dia)	0,73±0,02 ^b	0,84±0,03 ^a	0,85±0,03 ^a	0,0097
GMD 205 - 365dias (kg/dia)	0,43±0,03 ^b	0,50±0,04 ^{ab}	0,56±0,04 ^a	0,0041
Peso adulto aos 365dias (%)	53,74±2,01 ^b	61,45±2,46 ^a	63,51±2,69 ^a	0,0074
Idade P.A. (dias)	656,20±19,57 ^b	580,81±23,90 ^a	576,45±26,12 ^a	0,0297

GMD = Ganho Médio Diário; Idade P.A.= Idade até atingir o peso adulto, estimada em 450 kg.

Na avaliação do peso e escore de condição corporal (ECC) ao final dos períodos reprodutivos (Tabela 3) verificou-se superioridade do tratamento Alto em relação ao Baixo no final da primeira reprodução, reflexo do melhor desenvolvimento corporal. O tratamento Médio não diferiu em relação aos demais. O nível nutricional durante o terço final da formação fetal influenciou características produtivas apresentadas na Tabela 4, como a idade média ao primeiro parto, taxa média de prenhez, número e kg de bezerros parido até os 5 anos de idade.

Tabela 3 – Médias e erros-padrão para escore de condição corporal (pontos) e peso ao final dos períodos reprodutivos (kg) para vacas gestadas sob diferentes níveis nutricionais no terço final da gestação.

Variável	Nível nutricional na formação fetal			P>F
	Baixo	Médio	Alto	
Escore de condição corporal (pontos)				
Final da 1ª reprodução	3,03±0,03 ^b	3,11±0,04 ^{ab}	3,24±0,05 ^a	0,0150
Final da 2ª reprodução	2,96±0,05	3,09±0,06	3,09±0,06	0,1950
Final da 3ª reprodução	3,13±0,08	3,29±0,09	3,25±0,10	0,0596
Peso (kg)				
Final da 1ª reprodução	319±10,58 ^b	349,34±12,93 ^{ab}	370,85±14,13 ^a	0,0179
Final da 2ª reprodução	404,09±14,00	417,56±17,10	452,63±18,69	0,1292
Final da 3ª reprodução	439,60±11,58	451,62±14,15	463,45±15,46	0,4685
Médio ao final da reprodução	387,63±10,35	406,17±12,64	428,98±13,82	0,0697
Médio ao parto	403,55±11,77	426,49±13,48	423,94±14,72	0,3869

ECC = Escore de Condição Corporal

Tabela 4 – Médias e erros-padrão para características produtivas de vacas gestadas sob diferentes níveis nutricionais no terço final da gestação.

Variável	Nível nutricional na formação fetal			P>F
	Baixo	Médio	Alto	
Idade ao 1º parto (dias)	1215,37±50,05 ^b	1058,71±61,12 ^{ab}	978,45±66,80 ^a	0,0187
A.P. aos 18 meses (cm ²)	113,66±6,01	120,90±7,35	127,91±8,03	0,3683
Taxa média de prenhez (%)*	40,58±5,39 ^b	61,24±6,59 ^{ab}	66,69±7,20 ^a	0,0107
Nº de bezerros paridos*	1,21±0,16 ^b	1,83±0,19 ^{ab}	2,00±0,21 ^a	0,0105
Kg de bezerro paridos*	40,32±6,28 ^b	65,09±7,67 ^a	67,83±8,38 ^a	0,0154
Prod. de leite (kg/lactação)**	336,38±63,32	383,30±66,22	362,60±69,31	0,3509
Prod. Total de leite (kg)*	486,32±67,00 ^b	714,02±75,54 ^a	700,67±83,37 ^a	0,0453

A.P. = Área pélvica; Nº = Número; Kg = Quilogramas; Prod. = Produção; *= Dados compilados até os 5 anos de idade das matrizes; **= Lactações de aproximadamente 75 dias

A idade ao primeiro parto foi menor nos animais nível nutricional Alto quando comparados aos animais do nível nutricional Baixo (978,45 vs 1215,37 dias respectivamente) não diferindo esses dos animais do nível nutricional Médio (1058,71 dias). A produção de leite em kg por lactação não foi influenciada pelos tratamentos avaliados, sendo obtidos valores

médios de 336,38; 383,30 e 362,60 para os tratamentos Baixo Médio e Alto respectivamente. Contudo, em função da maior taxa média de prenhez e consequentemente maior número de bezerros paridos e lactações, houve maior produção total de leite nos tratamentos Alto e Médio em comparação com o Baixo.

DISCUSSÃO

A semelhança para o peso ao nascer dos animais é um resultado desejado, uma vez que alto peso ao nascer é uma característica que possui correlação positiva com distocia ao parto (DEUTSCHER, 1985). Contudo, foi possível identificar melhor desenvolvimento pós-natal dos animais gestados em melhor condição nutricional em relação aos submetidos a condição restrita durante o terço final de gestação. Funston et al. (2010b) e Martin et al. (2007) também observaram resultados semelhantes e os associaram à programação fetal.

Estes resultados podem estar relacionados com falhas no desenvolvimento dos órgãos, na formação do sistema muscular esquelético e tecido adiposo, além de deficiências na absorção de nutrientes essenciais para a reprodução quando ocorrer subnutrição durante o terço médio até o final de gestação (FUNSTON et al., 2010a). Desse modo, é provável que a melhor nutrição durante o terço final da formação fetal, tenha resultado em animais com maior capacidade de armazenar nutrientes nos períodos favoráveis pelo maior desenvolvimento do tecido muscular e dos adipócitos (DU et al., 2013). É no terço final da gestação que o feto apresenta o maior desenvolvimento e demanda um aporte maior de oxigênio e nutrientes (TSUNEDA et al., 2017), período que normalmente é conciliado com a maior deficiência nutricional nos sistemas de criação de bovinos de corte no Brasil para priorizar a melhor oferta forrageira nos períodos de aleitamento e reprodução, que costumam ocorrer de forma simultânea.

O menor desempenho ponderal dos animais do tratamento Baixo durante as fases de aleitamento e recria resultou em menor percentagem de peso adulto aos 365 dias e no primeiro acasalamento. A intensidade de ganho de peso no período que antecede a reprodução também pode influenciar a taxa de prenhez de bovinos. Segundo Barcellos et al. (2014), a disponibilidade de nutrientes afeta a expressão do hormônio do crescimento (GH), e do Fator de Crescimento do Tipo Insulina 1 (IGF-1), que por sua vez, instiga os receptores do hormônio luteizante (LH) e o hormônio folículo-estimulante (FSH) nos ovários, com início a manifestação do estro.

Os bovinos possuem certa capacidade de adaptação as condições nutricionais do meio de produção em que estão inseridos. Camacho et al. (2018) verificaram, principalmente em

vacas pluríparas, maior mobilização das reservas corporais (perda de ECC), aumento no número de placentomas e maior peso da placenta quando a gestação ocorre em condições de restrição de nutrientes visando comprometer o mínimo possível o desenvolvimento fetal. Vacas adultas costumam possuir maiores reservas corporais e, portanto, maior capacidade de adaptação a dietas restritas (MORHAUSER et al., 2015). Assim, é possível hipotetizar que vacas gestadas em melhores condições nutricionais terão melhor desempenho durante a primeira gestação em função da maior capacidade de armazenar nutrientes. A essa hipótese podem ser atribuídos os resultados do presente estudo (Tabelas 3 e 4), o que corrobora com a hipótese de Du et al. (2013), ao afirmarem que a ingestão de nutrientes pela vaca durante a gestação pode ser associada à produtividade da prole na vida adulta.

O ECC (escore de condição corporal) é um indicador que permite estimar o tamanho das reservas nutricionais armazenadas no organismo do animal através da identificação visual das reservas musculares e subcutâneas de gordura (KENYON et al., 2014) e pode ser um fator determinante do fracasso ou sucesso de um sistema reprodutivo (FERREIRA et al., 2013). Sonohata et al. (2009) avaliaram o ECC e o desempenho reprodutivo de vacas Nelore e concluíram que o valor mínimo para que estas manifestem cio é de 2,25 pontos. Contudo, os mesmos autores concluíram que há interação entre o ECC e a idade da vaca para as características reprodutivas, onde vacas mais jovens precisam de ECC superior para conceber.

Desse modo, fica evidente que a diferença de peso e no ECC ao final do primeiro período reprodutivo impactou na produção de bezerros entre os tratamentos avaliados, mesmo o ECC estando acima dos níveis mínimos para todos os tratamentos ao final dos 3 períodos reprodutivos avaliados. A relação direta desta variável com a taxa de prenhez foi demonstrada por Torres et al. (2015), ao concluírem que para cada elevação de 0,5 unidade do ECC espera-se um aumento de 39% na probabilidade de prenhez dos animais. A tendência de diferença para o escore de condição corporal ao final do terceiro período reprodutivo ($P=0,0596$) também pode ter contribuído para os melhores índices reprodutivos dos animais submetidos a melhor nutrição durante o terço final da formação fetal. Esses aspectos comprovam a relação existente entre o baixo nível nutricional durante o terço final da formação fetal (abaixo das exigências de manutenção) com a menor capacidade reprodutiva da fêmea bovina.

Entretanto, animais com peso e ECC demasiadamente elevado, principalmente quando jovens podem apresentar grandes irregularidades no ciclo estral em função do acúmulo de gordura nos órgãos reprodutivos e outros problemas metabólicos (Duarte Júnior et al., 2013). Em programas de inseminação artificial em tempo fixo, o ideal são animais com ECC de $3,5 \pm 0,5$, o que deve resultar em taxa de prenhez superior a 60% (TORRES et al., 2015).

A idade ao primeiro parto pode ser considerada o fator que mais impacta a eficiência reprodutiva de bovinos de corte, por influenciar diretamente o número de bezerros produzidos durante a vida produtiva da vaca (STYGAR et al. 2014), o que pode ser comprovado pelos resultados do presente trabalho. Os índices reprodutivos inferiores obtidos pelos animais do tratamento Baixo também podem ser atribuídos a falhas no desenvolvimento final dos órgãos, na formação do sistema muscular esquelético e tecido adiposo, além de deficiências na absorção de nutrientes essenciais para a reprodução relatados por Funston et al. (2010a) e atribuídas a deficiência nutricional ao terço final de gestação. É nesse período que o feto completa seu maior desenvolvimento (cerca de 75% do peso ao nascimento), e este crescimento acelerado demanda maiores quantidades de oxigênio e nutrientes (TSUNEDA et al., 2017).

Cushman et al. (2014) também verificaram que novilhas oriundas de vacas que foram alimentadas com 125% das exigências nutricionais durante o terceiro trimestre de gestação, conceberam antes em relação às novilhas filhas de vacas alimentadas com 75% das exigências nutricionais durante o primeiro período reprodutivo. Cabe ressaltar, que maiores taxas de concepção durante o primeiro período reprodutivo devem ser acompanhadas de bom desenvolvimento corporal, visando evitar problemas relacionados a distocia durante o parto. A área pélvica é a variável de maior influência na dificuldade de parto, uma vez que a maioria das distocias é resultante de uma incompatibilidade feto-pélvica, seja por tamanho excessivo do feto ou área pélvica materna insuficiente (DEUTSCHER, 1985). No presente experimento, não houve diferença para área pélvica entre os animais aos 18 meses de idade, com valores abaixo dos 140 cm² que são considerados ideais para animais de idade semelhante, resultado que pode ser associado ao desenvolvimento tardio característico das raças utilizadas no estudo. Embora seja baixa, a taxa média de prenhez do tratamento Baixo (40,58%) está relativamente próxima aos valores médios apontados por Vaz et al. (2014) de 43,8% em rebanhos de cria submetidos a condições semelhantes a esse estudo. Os tratamentos Médio e Alto apresentaram resultados superiores (61,24% e 66,69% respectivamente) ao Baixo, e ficaram mais próximos ao resultado obtido por Farias et al. (2018), de 67,3%.

Pela dificuldade de mensuração, poucos estudos que avaliaram a produção de leite em vacas de corte estão disponíveis na literatura. Os resultados obtidos pela avaliação desta variável neste trabalho foram semelhantes aos relatados por Maresca et al. (2018), de 5 kg/dia. A produção de leite da vaca é fundamental para o bom desenvolvimento dos bezerros durante a fase de aleitamento (FIEMS et al., 2008), o que ficou evidenciado pelo resultado da análise de correlação. A produção média de leite por lactação se correlacionou positivamente com o ganho médio diário de peso vivo do bezerro do nascimento até os 7 meses de idade, mesmo o

bezerro sendo desmamado precocemente ($R^2=53,50$; $P= 0,0011$) aos 75 dias de idade, o que comprova a relevância deste alimento para o desenvolvimento do bezerro.

Os resultados do presente experimento questionam a “teoria do fenótipo econômico”. Segundo essa teoria, a desnutrição ou a restrição alimentar durante a fase fetal irá produzir um animal com maior capacidade de adaptação à ambientes restritos na vida adulta (WEBB et al., 2019; MOHRHAUSER et al. 2015; GREENWOOD et al., 2010). Cabe ressaltar, que a única diferença entre os tratamentos aqui avaliados foi a disponibilidade de nutrientes durante o terço final da formação fetal da fêmea bovina, ficando posteriormente durante a vida adulta, todas elas submetidas a períodos de vazio forrageiro e déficit nutricional durante algum período da gestação. Desse modo, animais gestados em boas condição nutricionais podem apresentar maior eficiência na captação e aproveitamento de nutrientes quando os mesmos estão submetidos a abundância nutricional durante a vida adulta, principalmente as fêmeas.

CONCLUSÃO

O nível nutricional durante o terço final da formação fetal não altera o peso ao nascimento da matriz bovina de corte. A restrição nutricional durante o terço final da formação fetal da vaca de corte impacta negativamente o seu desempenho ponderal, o desenvolvimento corporal e os índices reprodutivos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. **Perfil da pecuária no Brasil**. Disponível em: < https://www.abiec.com.br/wp-content/uploads/Beef-Report-2022_atualizado_jun2022.pdf>. Acessado em: 26/12/2022.
- ALVARES, C. A. STAPE, J.L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L.M.; SPAROVEK, G. KÖPPEN'S climate classification map for Brazil. **Meteorologi Schezeit Schrift**, v.22, n.6, p.721-728, 2013.
- BARCELLOS, J. O. J.; PEREIRA, G.; DIAS, E.; MCMANUS, C.; CANELLAS, L.; BERNARDI, M.; TAROUCO, A.; PRATES, Ê. Higher feeding diets effects on age and liveweight gain at puberty in crossbred Nelore × Hereford heifers. **Tropical Animal Health and Production**, v.46, p.953-960, 2014.
- CAMACHO, L. E.; LEMLEY, C. O.; DORSAM, S. T.; SWANSON, K. C.; VONNAHME, K. A. Effects of maternal nutrient restriction followed by realimentation during early and mid-gestation in beef cows. II. Placental development, umbilical blood flow, and uterine blood flow responses to diet alterations. **Theriogenology**, v.116, p.1-11, 2018.

- CUSHMAN, R. A.; McNEEL, A. K.; FREETLY, H. C. The impact of cow nutrient status during the second and third trimester on development of the reproductive axis and fertility of daughters. **Livestock Science**, Amsterdam, v.162, p.252-258, Apr. 2014.
- DEUTSCHER, G. H. Using pelvic measurements to reduce dystocia in heifers. **Modern veterinary practice**, v.66, p.751-755, 1985.
- DU, M.; HUANG, Y.; DAS, A. K.; YANG, Q.; DUARTE, M. S.; DODSON, M. V.; ZHU, M. J. Manipulating mesenchymal progenitor cell differentiation to optimize performance and carcass value of beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.91, n.3, p.1419- 1427, 2013.
- DUARTE JÚNIOR, M. F.; HATAMOTO-ZERVOUDAKIS, L. K.; ZERVOUDAKIS, J. T.; KOCHECK, J. F. W.; FIORAVANTI FILHO, R. S. FREITAS, L. C. Aspectos relacionados à fisiologia do anestro pós-parto em bovinos. **Colloquium Agrariae**, v.9, p.43-71, 2013.
- ESPASANDIN, A. C.; PACKER I. U.; ALENCAR, M. M. Produção de Leite e Comportamento de Amamentação em Cinco Sistemas de Produção de Gado de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.702-708, 2001.
- FAO - **O futuro da comida e agricultura Alternativa**. Caminhos para 2050. 2015, 64. Disponível em: <https://www.fao.org/3/CA1553EN/ca1553en.pdf>. Acessado em 03/04/2023.
- FARIAS, G. D.; CERDÓTES, L.; VAZ, R. Z.; RESTLE, J.; BITENCOURT, M. F; ALVES, D. C.; BRONDANI, I. L. Biological efficiency of Charolais beef cows of different body sizes. **Semina: Ciências Agrárias**, v.39, n.4, 2018.
- FERREIRA, M. C. N.; MIRANDA, R. R.; FIGUEIREDO, M. A.; COSTA, O. M. E PALHANO, H. B. Impacto da condição corporal sobre a taxa de prenhez de vacas da raça nelore sob regime de pasto em programa de inseminação artificial em tempo fixo (IATF). **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, p.1861-1868, 2013.
- FIEMS, L. O.; VAN CAELENBERGH, W.; CAMPENEERE, S. D.; BRABANDER, D. L. D. Effect of dam factors on milk intake and performance of Belgian Blue suckling calves. **Animal**, v.2, p.135-140, 2008.
- FUNSTON, R. N.; LARSON, D. M.; VONNAHME, K. A. Effects of maternal nutrition on conceptus growth and offspring performance: Implications for beef cattle production. **Journal of Animal Science**, v.88, n.13, p.205-215, 2010a.
- FUNSTON, R. N.; MARTIN, J. L.; SUMMERS, A. F.; ADAMS, D. C.; MUSGRAVE, J. A.; MEYER, T. L.; LARSSON, D. M. Winter grazing system and supplementation of beef cows during late gestation influence heifer progeny. **Journal of Animal Science**, v.88, p.4094-4101, 2010b.
- GAO, F.; LIU, Y.; LI, L.; LI, M.; ZHANG, C.; AO, C.; HOU, X. Effects of maternal undernutrition during late pregnancy on the development and function of ovine fetal liver. **Animal Reproduction Science**, v.147, n.3-4, p.99-105, 2014.
- GREENWOOD, P. L., L. M.; CAFE, H. HEARNSHAW, D. W.; HENNESSY, D. W.; MORRIS, S. G. Consequences of prenatal and pre weaning growth for yield of beef primal

cuts from 30-month-old Piedmontese and Wagyu-sired steers. **Animal Production Science**, v.49, p.468-478, 2010.

KENYON, P. R.; MALONEY, S. K.; BLACHE, D. Review of sheep body condition in relation to production characteristics. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.57, p.38–64, 2014.

KLEIN, J. L.; ADAMS, S. M.; DE MOURA, A. F.; ALVES FILHO, D. C.; MAIDANA, F. M.; BRONDANI, I. L.; COCCO, J. M.; RODRIGUES, L. S.; PIZZUTI, L. A. D.; DA SILVA, M. B. Productive performance of beef cows subjected to different nutritional levels in the third trimester of gestation. **Animal**, v.15, n.2, 2021.

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

MARTIN, J. L.; VONNAHME, K. A.; ADAMS, D. C.; LARDY, G. P.; FUNSTON, R. N. Effects of dam nutrition on growth and reproductive performance of heifers calves. **Journal of Animal Science**, v.85, p.841-847, 2007.

MARESCA, S.; LOPES VALIENTE, S.; RODRIGUES, A. M.; LONG, N. M.; PAVAN, E.; QUINTANS, G. 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.

MOHRHAUSER, D. A.; TAYLOR, A. R.; UNDERWOOD, K. R.; PRITCHARD, R. H.; WERTZ-LUTZ, A. E.; BLAIR, D. A. 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.

NABINGER, C.; FERREIRA, E. T.; FREITAS, A. K.; CARVALHO, P. C. F.; SANT'ANA, D. M. **Produção Animal com base no Campo Nativo: Aplicações de Resultados de Pesquisa**. Campos Sulinos - conservação e uso sustentável da biodiversidade – Brasília: MMA, 2009.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirement of beef cattle**. 7^o ed., p.157, 2001.

SILVEIRA, M. F.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C.; MISSIO, R. L.; DONICHT, P. A. M. M.; SEGABINAZZI, L. R.; CALLEGARO, A. M.; JONER, G. Suplementação com gordura protegida para vacas de corte desmamadas precocemente mantidas em pastagem natural. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.3, p.809-817, 2014.

SONOHATA, M. M.; OLIVEIRA, C. A. L.; CANUTO, N. G. D.; ABREU, U. G. P.; FERNANDES, D. D. Escore de condição corporal e desempenho reprodutivo de vacas no Pantanal do Mato Grosso do Sul. Brasil. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, p.988-998, 2009.

STYGAR, A. H.; KRISTENSE, A. R.; MAKULSKA J. Optimal management of replacement heifers in a beef herd: A model for simultaneous optimization of rearing and breeding decisions. **Journal of Animal Science**, v.92, p.3636-3649, 2014.

TORRES, H. A. L.; TINEO, J. S. A.; RAIDAN, F. S. S. Influência do escore de condição corporal na probabilidade de prenhez em bovinos de corte. **Archivos de Zootecnia**, v.64, n.247, p.255-259, 2015.

TSUNEDA, P. P.; HATAMOTO- ZERVOUDAKIS, L. K.; DUARTE JÚNIOR, M. F.; SILVA, L. E. S.; DELBEM, R. A.; MOTHEO, T. F. Efeitos da nutrição materna sobre o desenvolvimento e performance reprodutiva da prole de ruminantes. **Investigação**, v.16, n.1, p.56-61, 2017.

VAZ, R. Z. Restle, J.; Pacheco, P. S.; Vaz, F. N.; Alves Filho, D. C.; Brondani, I. L.; Pascoal, L. L.; Argenta, F. M. 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.

WEBB, M. J.; BLOCK, J. J.; FUNSTONS, R. N.; UNDERWOOD, K. R.; LEGAKO, J. F.; HARTY, A. A.; SLAVERSON, R. R.; OLSON, K. C.; BLAIR, A. D. 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.

WILM, H. G.; COSTELLO, D. F.; KLIPPLE, G. E. Estimating forage yield by the double-sampling methods. **Journal of American Society of Agronomy**, v.36, p.194-203, 1944.

4 CAPÍTULO II – COMPOSIÇÃO DO LEITE DE VACAS DE CORTE GESTADAS SOB DIFERENTES NÍVEIS NUTRICIONAIS E DESEMPENHO DE SEUS BEZERROS

RESUMO

Este experimento teve por objetivo avaliar o nível nutricional durante o terço final da fase de formação fetal da vaca de corte sobre a produção de leite e o desempenho de seus bezerros. Os tratamentos (Baixo, Médio e Alto) foram formados de acordo com o nível nutricional durante o terço final da formação fetal. Animais do grupo Baixo foram gestados por vacas submetidas exclusivamente a pastagem nativa do Bioma Pampa, enquanto que vacas do grupo Médio e Alto foram mantidas na mesma pastagem com suplementação para atender 100 e 150% das exigências de manutenção respectivamente. As fêmeas bovinas geradas nessa gestação foram manejadas sempre no mesmo grupo por 5 anos e os bezerros por elas produzidos foram desmamados com idade média de 70 dias e monitorados até completarem 1 ano de idade. Não houve diferença na produção de leite entre os tratamentos avaliados, e o valor médio para esta variável foi de 5,33 kg/dia. Também não houve diferença entre os parâmetros nutricionais avaliados no leite (gordura, sólidos não gordurosos, densidade, proteína, lactose e sais). Contudo, apesar de apresentarem peso ao nascimento semelhante (34,32 kg em média) houve maior ganho médio diário de peso vivo do nascimento até os 205 e 365 dias de idade nos bezerros oriundos de vacas gestadas no tratamento Alto em comparação às do Baixo. Bezerros oriundos de vacas do tratamento Médio tiveram ganho médio diário de peso vivo e consequentemente peso aos 205 e 365 dias semelhante aos demais tratamentos. Embora o nível nutricional durante o terço final da formação fetal não impacta a produção de leite e o valor nutricional deste alimento, os bezerros oriundos de vacas gestadas em baixo nível nutricional durante este período apresentam desempenho inferior aos oriundos de vacas gestadas em alto nível.

Palavras chave: Nutrição durante a gestação. Produção de bezerros. Programação fetal.

MILK COMPOSITION AND PRODUCTION PARAMETERS OF CALVES FROM BEEF COWS GENERATED UNDER DIFFERENT NUTRITIONAL LEVELS

ABSTRACT

This experiment aimed to identify the effect of nutritional level during the final third of the fetal formation phase of beef cows on milk production and the performance of their calves. The treatments (Low, Medium, and High) were formed according to the nutritional level during the final third of fetal formation. Animals in the Low group were gestated by cows exclusively subjected to native pasture of the Pampa Biome, while cows in the Medium and High groups were maintained on this pasture with supplementation to meet 100 and 150% of their maintenance requirements, respectively. The female cattle generated in this gestation were always managed in the same group for 5 years, and the calves produced by them were weaned at an average age of 70 days and monitored until they reached 1 year of age. There was no difference in milk production among the treatments evaluated, and the average value for this variable was 5.33 kg/day. There was also no difference between the nutritional parameters evaluated in milk (fat, non-fat solids, density, protein, lactose, and salts). However, despite having similar birth weight (34.32 kg on average), there was a higher average daily weight gain from birth to 205 and 365 days of age in calves from cows gestated in the High treatment compared to those in the Low treatment. Calves from cows in the Medium treatment had a similar average daily weight gain and consequently weight at 205 and 365 days to the other treatments. Although the nutritional level during the final third of fetal formation does not impact milk production and the nutritional value of this food, calves from cows gestated in a low nutritional level during this period have inferior performance compared to those from cows gestated at a high level.

Keywords: Calves production. Fetal programming. Nutrition during pregnancy.

INTRODUÇÃO

A lucratividade da bovinocultura de corte está associada à produtividade das matrizes. A expectativa dos pecuaristas é que os custos com o desenvolvimento da novilha sejam recuperados através de safras subsequentes de bezerros que ela produza, já que a produção em unidades ou o peso total de bezerro desmamado durante a vida de uma vaca é o componente que mais impacta a eficiência de produção na cadeia da carne bovina (CUNDIFF et al., 1992).

As características esperadas da vaca de corte “ideal” variam de acordo com a intensidade do sistema produtivo onde ela se encontra. De modo geral, espera-se que ela deva ser capaz de emprenhar até os 2 anos de idade; não necessitar de auxílio humano ao parto ou na amamentação; manter um intervalo de aproximadamente 365 dias entre partos; desmamar um bezerro comercializável a cada ano; permanecer estruturalmente estável; ser capaz de produzir com as forragens disponíveis na sua área e ser tolerante a diversos agentes causadores de estresse e doenças.

O ponto de partida para a produção dessa vaca de corte ideal, deve começar no desenvolvimento intrauterino, uma vez que a disponibilidade de nutrientes durante a formação fetal pode impactar a vida produtiva desse animal (DUARTE et al., 2015). A nutrição materna durante a gestação pode influenciar a expressão de genes relacionados às mais diversas características produtivas da progênie (WILSON et al., 2016) e a expressão do genoma do animal pode impactar as gerações futuras através de influências inter-geracionais. Nesse sentido, a condição nutricional pode modificar a sensibilidade da exposição a ambientes do animal, afetando a saúde, o crescimento ou o desenvolvimento das gerações subsequentes (YANG et al., 2013). Isso pode ocorrer quando a modificação no DNA ficar transcrita nas células dos fetos e, portanto, estes serão capazes de repassar essas características para seus descendentes. Já há relatos, de que o nível nutricional durante a formação fetal resultou em alterações na digestibilidade aparente da fibra do trato digestório e a eficiência alimentar de bezerros (SILVA et al., 2021).

Desse modo, a nutrição durante a formação fetal pode influenciar praticamente todos os fatores que impactam os índices zootécnicos conhecidos de vacas de corte, desde a taxa de concepção, a produção de leite (DU et al., 2015). Contudo, os resultados apontados na literatura científica sobre o tema ainda são inconsistentes, e a necessidade de mais estudos foi apontada por (FUNSTON et al., 2013). Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar a influência da nutrição durante a formação fetal da vaca de corte sobre suas progênies.

MATERIAL E MÉTODOS

A Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Santa Maria aprovou todos os procedimentos que envolveram animais neste estudo, sob os protocolos n°. 7920140617 de 12/07/2017 e n° 4754260219 de 16/04/2019. O experimento foi desenvolvido de 15 de agosto de 2017 a 15 de outubro de 2022 no Laboratório de Bovinocultura de Corte da Universidade Federal de Santa Maria, localizado no município de Santa Maria – RS (longitude 53°42' W, latitude 29°43' S, altitude 95 m). O clima da região é o “Cfa” (subtropical úmido), conforme classificação de Köppen, sendo a precipitação pluviométrica média anual entre 1600 a 1900 mm, temperatura de 18,8°C, com média mínima de 9,3°C e média máxima de 24,7°C (ALVARES et al., 2013).

As mães das fêmeas avaliadas no presente estudo eram inicialmente 85 vacas de corte oriundas do cruzamento rotativo contínuo entre as raças Charolês (CH) e Nelore (NE). As vacas foram distribuídas entre os tratamentos de acordo com os fatores: peso, ECC (escore de condição corporal), idade (4 a 12 anos) e grupo genético (CH, NE, 11/16 CH, 11/16 NE, 21/32 CH e 21/32 NE). Os tratamentos foram elaborados de acordo com o nível nutricional no terço final de gestação, sendo: Baixo (filhas de vacas que consumiram apenas pastagem natural); Médio (filhas de vacas suplementadas objetivando atender-se 100% das exigências de manutenção) e Alto (filhas de vacas suplementadas objetivando atender-se 150% das exigências de manutenção). Durante o terço final de gestação, as vacas foram mantidas em quatro piquetes de pastagem natural, com áreas de 20; 21; 41, e 47 hectares, e a cada 28 dias foi realizado o rodízio dos animais entre os piquetes para minimizar esse efeito, com um tratamento sempre subdividido entre as duas menores áreas. Maiores informações sobre a caracterização do sistema produtivo e da pastagem estão disponíveis no estudo de Silveira et al. (2014). Todos os animais tinham livre acesso a suplemento mineral, com 60 gramas de fósforo por Kg de produto (ProduBeef 60).

As exigências nutricionais no período experimental foram estimadas de acordo com as recomendações descritas pelo NRC (2001) para vacas de corte com 475,00 kg de peso corporal, consumindo 2,1% do peso corporal de matéria seca de forragem. O suplemento concentrado fornecido (0,28 e 0,98% do peso corporal para os tratamentos Médio e Alto respectivamente) foi considerado como aditivo ao consumo de forragem. A composição bromatológica do suplemento e os consumos de nutrientes pelas matrizes estão apresentados na Tabela 1.

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

Fração da dieta	Tratamentos		
	Baixo	Médio	Alto
Composição bromatológica da fração concentrada			
Proteína bruta, %	-	18,0	15,0
Nutrientes digestíveis totais, %	-	85,0	85,0
Consumo de matéria seca e nutrientes*			
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% (SILVEIRA et al., 2014). * Vacas de corte no terço final de gestação com 475,00 kg de peso corporal, consumindo 2,1% do peso vivo de matéria seca de forragem. ** Exigências diárias de nutrientes digestíveis totais (5,30 kg) e de proteína bruta (0,75 kg). Ganho médio diário das matrizes no terço final de gestação até o parto: -0,103; 0,025 e 0,207 kg/dia para os tratamentos Baixo; Médio e Alto, respectivamente.

A massa de forragem (MF) foi determinada a cada 14 dias pela técnica da dupla amostragem (WILM, 1944), considerando 3500 kg de matéria seca por hectare (kg de MS/ha) como massa residual. Para manter a MF próxima à pretendida, vacas sob mesma condição fisiológica e pertencentes ao mesmo rebanho foram utilizadas como reguladoras e os valores médios de MF e oferta de forragem (OF) obtidos foram de 4144,72 kg de MS/ha e 11,22 kg de MS/100 kg de peso corporal, respectivamente e uma taxa de lotação de 275,21 kg de peso vivo/ha, estando em acordo com as recomendações de Nabinger et al. (2009). A suplementação era fornecida as 11:00 horas, com área de cocho de 1 m/vaca por um período médio de 85 dias (± 14 dias), cessando imediatamente após o parto. Os dados produtivos das vacas em função deste período estão disponíveis em Klein et al. (2021).

Do total de matrizes inicialmente alocadas no experimento, obteve-se 18, 12 e 10 repetições para os tratamentos Baixo Médio e Alto respectivamente. As bezerras foram desmamadas com idade média de 165 dias (± 12 dias), no dia 02 de maio de 2018. Após o desmame, foram mantidas em pastagem hibernal consorciada de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) e azevém (*Lolium multiflorum*), sob taxa de lotação variável buscando manter a massa

de forragem disponível no piquete em aproximadamente 1200 kg de MS/ha. Após um período de vazio forrageiro de aproximadamente 30 dias, quando foram mantidas em pastagem nativa, foram alocadas em pastagem cultivada de capim milheto (*Pennisetum glaucum*) para concluírem o período de recria, e ao final deste, serem expostas ao primeiro período reprodutivo. A partir deste momento, os animais foram manejados exclusivamente em pastagem nativa, com período reprodutivo compreendido de 01/12 até 1/03 durante 3 anos. Ao final de cada período reprodutivo, o peso e o ECC de cada animal foram avaliados. O escore de condição corporal (ECC) dos animais foi avaliado seguindo uma escala de 1 a 5: 1=muito magra e 5=muito gorda (LOWMAN et al., 1973).

O controle do parasita carrapato (*Rhipicephalus microplus*) foi realizado sempre que necessário, pelo emprego estratégico isolado ou associado de banhos de imersão, vermífugos e *pour on*, com princípio ativo: Fluazuron; Fenthion; Cipermetrina; Clorpirifós; Ivermectina ou Abamectina. As vacinações contra Febre Aftosa foram realizadas seguindo recomendações do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento.

Sempre que ocorria um parto nesses 3 períodos produtivos, o conjunto vaca e bezerro foram deslocados para o centro de manejo para proceder-se com a cura e desinfecção do umbigo, identificação e obtenção do peso e ECC da vaca, peso ao nascer e medidas corporais do bezerro. As medidas foram obtidas por meio de fita métrica e a altura de garupa considerada a distância do ponto mais alto da garupa (normalmente o osso sacro) até o solo; a largura de garupa considerada a distância entre a tuberosidade ilíaca de um lado ao outro. O perímetro torácico foi mensurado na circunferência do apêndice xifóide do externo à cernelha.

A produção de leite foi quantificada através da metodologia de diferença de peso dos bezerros, mais adequada para um grande número de vacas (ESPASANDIN et al., 2001), em média aos 7, 35 e 70 dias de idade, sendo neste último momento, realizado o desmame precoce do bezerro. A produção de leite por lactação foi obtida multiplicando a produção média nesses 3 momentos pelo número de dias em lactação, e a produção total de leite, multiplicando a produção por lactação pelo número de lactações. Nestes momentos, também foram coletadas amostras com aproximadamente 50 ml de leite de cada vaca (desprezando os primeiros jatos) para determinar os teores de gordura, lactose, extrato seco desengordurado (ESD) e proteína bruta (PB), por meio do analisador de leite Akso – 3064.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com número variado de repetições por tratamento. As análises estatísticas foram realizadas, utilizando o modelo matemático a seguir: $Y_{ij} = \mu + N_i + Z_j + \varepsilon_{ij}$, em que: Y_{ij} : variáveis dependentes; μ : média de todas as observações; N_i : efeito do i-ésimo nível nutricional durante a formação fetal; Z_j :

efeito da covariável percentagem da raça nelore nas matrizes; ε_{ij} : efeito do erro aleatório residual (erro b).

A normalidade dos resíduos foi testada por Shapiro-Wilk, e os dados transformados quando necessário. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, através do procedimento PROC GLM, e quando constatada significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey à nível de 5% de probabilidade e as médias ajustadas pelo método dos quadrados mínimos (LS means) ajustado ao teste de Tukey. Análises estatísticas complementares também foram realizadas, como a correlação de Pearson e a regressão polinomial múltipla pelo procedimento STEPWISE adotando como critério de inclusão os efeitos significativos ($P < 0,05$) com incremento mínimo de 1% na melhoria do coeficiente de determinação.

RESULTADOS

Não houve diferença ($P > 0,05$) no consumo e características nutricionais do leite consumido por bezerros oriundos de vacas gestadas sob diferentes níveis nutricionais durante o terço final da gestação (Tabela 2).

Tabela 2 – Médias e erros-padrão para características produtivas e nutricionais do leite oriundo de vacas gestadas sob diferentes níveis nutricionais no terço final da gestação.

Variável	Tratamento			P>F
	Baixo	Médio	Alto	
Densidade (kg/m ³) + 1000	32,31±3,42	31,69±2,43	32,06±2,51	0,3030
Gordura (%)	2,56±0,15	2,78±0,10	2,80±0,11	0,4151
Sólidos não gordurosos (%)	9,21±0,07	9,11±0,05	9,07±0,07	0,3914
Proteína (%)	3,29±0,02	3,23±0,02	3,25±0,02	0,2820
Lactose (%)	4,56±0,03	4,49±0,02	4,51±0,02	0,3120
Sais (%)	0,7339±0,00	0,7298±0,00	0,7318±0,00	0,7591
Consumo de leite (kg/dia)	5,04±0,25	5,56±0,29	5,39±0,32	0,4013
Conversão (kg leite/kg de bezerro)	6,36±0,34	6,35±0,39	5,77±0,43	0,1465

Os valores médios para consumo de leite foram de 5,04; 5,56 e 6,39 para os tratamentos Baixo, Médio e Alto respectivamente. Aliado ao consumo de leite semelhante, a proximidade identificada para os valores relacionados com as características nutricionais do leite, como os teores de gordura, proteína e lactose resultaram em conversão alimentar

semelhante. Os valores de conversão foram 6,36; 6,35 e 5,77 kg de leite para produzir um kg de bezerro nos tratamentos Baixo Médio a Alto respectivamente.

Dados referentes ao desempenho ponderal de bezerros oriundos de vacas gestadas sob diferentes níveis nutricionais estão demonstrados na Tabela 3 e na representação gráfica da figura 1. Não houve diferença para peso ao nascer e aos 75 dias de idade, contudo, para peso ajustado aos 205 e 365 dias, os valores observados nos animais do tratamento Alto foram superiores em relação aos do Baixo.

Tabela 3 – Médias e erros-padrão do peso (kg) referentes ao ganho médio diário de peso vivo (kg) em diferentes momentos durante o primeiro ano de vida de bezerros oriundos de vacas gestadas sob diferentes níveis nutricionais no terço final da gestação.

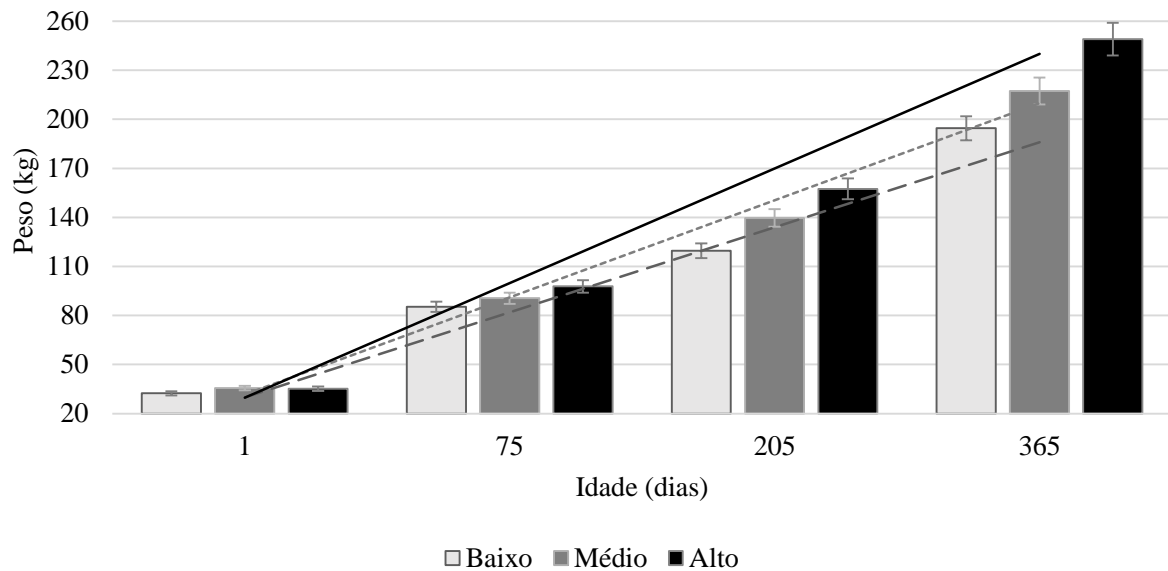
Momento	Tratamento			P>F
	Baixo	Médio	Alto	
Peso (kg)				
Nascer	32,44±1,26	35,47±1,44	35,06±1,58	0,2486
75 dias (±8 dias)	85,87±3,57	89,95±3,99	97,58±4,58	0,1490
Ajustado aos 205 dias	137,92±5,17 ^b	151,99±5,77 ^{ab}	164,53±6,62 ^a	0,0116
Ajustado aos 365 dias	215,69±7,35 ^b	228,62±8,20 ^{ab}	256,65±9,41 ^a	0,0066
Ganho Médio Diário de Peso Vivo (kg)				
0 - 75 dias	0,73±0,02	0,76±0,03	0,84±0,03	0,0784
75 - 205 dias	0,23±0,03	0,28±0,03	0,34±0,04	0,1460
205 - 365 dias	0,49±0,02	0,48±0,03	0,55±0,03	0,3258
0 - 205 dias	0,51±0,02 ^b	0,56±0,02 ^{ab}	0,62±0,02 ^a	0,0166
0 - 365 dias	0,45±0,02 ^b	0,48±0,02 ^{ab}	0,57±0,03 ^a	0,0109

Em relação as medidas corporais aos 365 dias de idade dos bezerros, houve tendência a diferença (P=0,0822) para a variável largura de garupa e diferença (P<0,05) para o perímetro torácico entre os tratamentos avaliados (Tabela 4). Animais do grupo Alto obtiveram perímetro torácico superior em relação aos animais do grupo Baixo (165,15 vs 156,06 cm respectivamente). O perímetro torácico dos animais tratamento Médio (161,06 cm) foi semelhante aos demais. O peso dos animais do tratamento Médio foi semelhante aos demais tratamentos. Houve diferença para o ganho médio diário de peso vivo (kg) quando esta variável foi comparada ao longo do tempo. Ao longo dos 365 dias de idade, os animais do tratamento Alto obtiveram ganho médio diário de peso vivo superior (0,57 kg) aos do tratamento Baixo (0,45 kg), sendo os do tratamento Médio semelhante aos demais (0,48 kg).

Tabela 4 – Médias e erros-padrão para medidas corporais (cm) aos 365 dias de idade de bezerros oriundos de vacas gestadas sob diferentes níveis nutricionais no terço final da gestação.

Variável	Tratamento			P>F
	Baixo	Médio	Alto	
Altura de garupa	129,9±1,35	130,93±1,64	134,35±1,80	0,1529
Largura de garupa	40,07±0,78	41,58±0,95	47,07±1,04	0,0822
Perímetro torácico	156,06±1,69 ^b	161,62±2,06 ^{ab}	165,14±2,56 ^a	0,0079

Figura 1: Evolução do peso corporal de bezerros oriundos de vacas gestadas em distinta condição nutricional durante o terço final da gestação.



Baixo: $\text{Peso do bezerro} = 77,4061 + (0,4260 * \text{Idade}) - (0,5950 * \% \text{Zebu da vaca})$, ($R = 84,95$; $P < 0,0001$)

Médio: $\text{Peso do bezerro} = 60,8273 + (0,4881 * \text{Idade}) - (0,3371 * \% \text{Zebu da vaca})$, ($R = 86,13$; $P < 0,0001$)

Alto: $\text{Peso do bezerro} = 42,5856 + (0,5787 * \text{Idade})$, ($R = 95,38$; $P < 0,0001$)

DISCUSSÃO

Alguns autores citam que a disponibilidade de nutrientes durante a formação fetal, pode impactar a formação da glândula mamária e conseqüentemente, influenciar a produção de leite da vaca na vida adulta, uma vez que a formação da glândula mamária é o principal fator que determina a produção de leite. As células alveolares mamárias são responsáveis pela produção do leite, e seu desenvolvimento também inicia durante a gestação, e estão presentes

em maior número em animais com bom desenvolvimento fetal (SCHOONMAKER e LADEIRA, 2014).

Dessa forma, espera-se maior produção e melhor valor nutricional em animais que não passaram por restrição nutricional durante formação na fase fetal, o que não ocorreu neste experimento. O leite é o principal alimento consumido pelo bezerro nos primeiros meses de vida e sua importância nutricional pode ser constada com o coeficiente de correlação de Pearson de 0,5350 observado entre o consumo de leite e o ganho médio diário de peso vivo do bezerro (GMD) ($P=0,0011$).

Os valores médios para o consumo de leite (Tabela 3) estão de acordo com os disponíveis na literatura (MARESCA et al., 2018). A semelhança no consumo e valor nutricional do leite observada neste experimento não é um resultado surpreendente, uma vez que a dieta pós-parto, que foi semelhante entre os tratamentos avaliados, parece ser a variável que mais impacta a produção de leite em vacas de corte (SILVEIRA et al., 2014). López Valiente et al. (2018) testaram baixo (6%) e alto (12%) nível de proteína na dieta de vacas no terço final de gestação e também não encontraram diferenças na produção de leite e atribuíram o resultado a dieta semelhante no pós-parto e a falta de seleção genética para produção de leite em bovinos de corte.

Como não houve alteração no leite consumido, pode se inferir que as diferenças constatadas no desempenho dos bezerros entre os tratamentos são resultado de alguma adaptação genética nestes indivíduos. A nutrição da vaca durante a gestação pode influenciar a expressão de genes relacionados às características produtivas da prole (WILSON et al., 2016), embora o conhecimento sobre a magnitude e a duração dessas alterações ainda não esteja totalmente elucidado.

A programação do genoma pode ter efeitos duradouros nas gerações futuras através de influências inter-geracionais descritas através de fatores, condições, exposições e ambientes em uma geração que afetam a saúde, o crescimento e o desenvolvimento das gerações subsequentes. As modificações no DNA podem ficar transcritas nas células dos fetos (YANG et al., 2013) e, portanto, estes podem ser capazes de passar essas características para seus descendentes. Isso ocorre porque as características morfológicas e funcionais dos mamíferos se desenvolvem de acordo com o genoma individual (ZAGO et al., 2020), e o genoma individual pode ser influenciado pelo ambiente (REYNOLDS et al., 2019). Essas alterações são chamadas de epigenética, e são identificadas através da maior ou menor presença de determinados marcadores. Desse modo, a epigenética pode ser determinante da capacidade produtiva de um indivíduo.

Silva et al. (2021) relataram melhor digestibilidade aparente de fibra no trato digestório e conseqüentemente, melhor conversão alimentar em animais oriundos de vacas suplementadas com metionina por determinado período anteriormente a concepção. Os referidos autores atribuíram os resultados ao fato de que o nível nutricional durante a gestação interferiu positivamente na microbiota ruminal. A suplementação de metionina protegida também já foi associada a maior expressão de proteínas transportadoras de aminoácidos intestinais e metilação global do DNA em ovinos (RELLING et al., 2019), portanto, pode colaborar para a maior expressão de genes benéficos à digestão e para o melhor aproveitamento dos nutrientes fornecidos na dieta.

A capacidade de captação da glicose disponível na dieta é outro aspecto que pode afetar o desempenho animal. Animais gestados em condição de restrição nutricional produzem menor quantidade de insulina e, portanto, apresentam menor capacidade de captação de glicose em dietas com abundância desse nutriente (WILSON et al., 2016). Mudanças na expressão de proteínas chave para sinalização de insulina e de GLUT-4, que é um transportador de glicose, em músculos e no tecido adiposo foram associadas ao baixo peso ao nascer em seres humanos, ratos (VAAG et al., 2012) e em cordeiros oriundos de ovelhas submetidas a períodos de restrição nutricional durante a gestação (ZHU et al., 2006).

Assim, é possível hipotetizar que as vacas gestadas em melhor condição nutricional, possivelmente possuíam maior eficiência na utilização dos nutrientes disponíveis na dieta, bem como maior capacidade de armazenar esses nutrientes para os períodos críticos. Há menor hipertrofia de células musculares e menor presença de adipócitos no corpo de animais gestados em condição de restrição nutricional durante o terço final foi relatada por Du et al. (2010). Para estudos futuros, acreditamos que seja interessante realizar algumas avaliações que não foram possíveis neste experimento, como avaliações no genoma dos animais, o que pode provar ou refutar as suposições aqui levantadas.

CONCLUSÃO

O nível nutricional durante a formação fetal não influencia e o valor nutricional do leite de fêmeas bovinas de corte e a capacidade de consumo deste alimento por seus bezerros.

Vacas de corte que foram gestadas em melhor condição nutricional durante o terço final da gestação, produzem bezerros com peso ao nascer semelhante, porém, com desenvolvimento corporal pós-natal superior em relação aos bezerros oriundos de vacas submetidas a Baixo nível nutricional naquele período.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES, C. A. STAPE, J.L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L.M.; SPAROVEK, G. KÖPPEN'S climate classification map for Brazil. **Meteorologi Schezeit Schrift**, v.22, n.6, p. 721-728, 2013.
- CUNDIFF, L. V.; NÚNEZ-DOMINGUEZ, R.; DICKERSON, G. E.; GREGORY, K. E.; KOCH, R. M. Heterosis for lifetime production in Hereford, Angus, Shorthorn and crossbred cows. **Journal of Animal Science**. v.70, p.2397–2410, 1992.
- DU, M.; WANG, B.; FU, X.; YANG, Q.; ZHU, M. J. Fetal programming in meat production. **Meat Science**, v.109, p.40-47, 2015.
- DU, M.; TONG, J.; ZHAO, J.; UNDERWOOD, K. R.; ZHU, M.; FORD, S. P.; NATHANIELSZ, P. W. Fetal programming of skeletal muscle development in ruminant animals. **Journal Animal Science**, v. 88, p. 51-60, 2010.
- DUARTE, J.; M. F.; ZERVOUDAKIS, L. K. H.; ZERVOUDAKIS, J. T.; TSUNEDA, P. P.; SILVA, J. A.; SILVA, R. P. da; KOSCHECK, J. F. W.; FIORAVANTI FILHO, R. S.; ALMEIDA, R. D. Suplementação de fêmeas bovinas em pastejo: aspectos nutricionais e reprodutivos. *Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia*. Maringá, v.9, n.7, p.321-336, 2015.
- ESPASANDIN, A. C.; PACKER I. U.; ALENCAR, M. M. Produção de Leite e Comportamento de Amamentação em Cinco Sistemas de Produção de Gado de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.702-708, 2001.
- FUNSTON, R. N.; SUMMERS, A. F. Effect of prenatal programming on heifer development. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v.29, p.517-536, 2013.
- KLEIN, J. L.; ADAMS, S. M.; DE MOURA, A. F.; ALVES FILHO, D. C.; MAIDANA, F. M.; BRONDANI, I. L.; COCCO, J. M.; RODRIGUES, L. S.; PIZZUTI, L. A. D.; DA SILVA, M. B. Productive performance of beef cows subjected to different nutritional levels in the third trimester of gestation. **Animal**, v.15, n.2, 2021.
- LÓPEZ VALIENTE, S.; MARESCA, S.; RODRÍGUEZ, A. M.; PALLADINO, R. A.; LACAU-MENGIDO, I. M.; LONG, N. M.; QUINTANS, G. Effect of protein restriction of Angus cows during late gestation: Subsequent reproductive performance and milk yield. *The Professional Animal Scientist*, v.34, p.61–268, 2018.
- LOWMAN, B. G.; SCOTT, N.; SOMERVILLE, S. **Condition scoring beef cattle**. Edinburgh: East of Scotland College of Agriculture, 1973.
- MARESCA, S.; LOPES VALIENTE, S.; RODRIGUES, A. M.; LONG, N. M.; PAVAN, E.; QUINTANS, G. 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.
- NABINGER, C.; FERREIRA, E. T.; FREITAS, A. K.; CARVALHO, P. C. F.; SANT'ANA, D. M. **Produção Animal com base no Campo Nativo: Aplicações de Resultados de**

Pesquisa. Campos Sulinos - conservação e uso sustentável da biodiversidade – Brasília: MMA, 2009.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC – **Nutrient requirements of beef cattle**, 1998.

REYNOLDS, L. P.; BOROWICZ, P. P.; CATON, J. S.; CROUSE, M. S.; DAHLEN C. R.; WARD, A. K. Developmental Programming of Fetal Growth and Development. **Veterinary Clinics Food Animal**, v.35, n.2, p. 229-247, 2019.

RELLING, A. E.; VELAZQUEZ, M. R.; BATISTEL, F. Maternal supply of polyunsaturated fatty acids and methionine during late-gestation alters amino acid transports and global DNA methylation in the lamb small intestine. **Journal of Animal Science**, v.97, n.1, 2019.

SCHOONMAKER, J.; LADEIRA, M.M. Reflexos de novas tecnologias empregadas na nutrição materna sobre a saúde e o crescimento dos bezerros. In: Oliveira, R. L.; Barbosa, M.A.A.F; Santos, G.T. **Bovinocultura de Corte: desafios e tecnologias**. 2 ed. Salvador: EDUFBA, p.725, 2014.

SILVA, G. M.; CHALK, C. D.; RANCHES, J.; SCHULMEISTER, T. M.; HENRY, D. D.; DILORENZO, N.; ARTHINGTON, J. D.; MORIEL, P.; LANCASTER, P. A. Effect of rumen-protected methionine supplementation to beef cows during the periconception period on performance of cows, calves and subsequent offspring. **Animal**, v.15, n.1, 2021.

SILVEIRA, M. F.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C.; MISSIO, R. L.; DONICHT, P. A. M. M.; SEGABINAZZI, L. R.; CALLEGARO, A. M.; JONER, G. Suplementação com gordura protegida para vacas de corte desmamadas precocemente mantidas em pastagem natural. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.3, p.809-817, 2014.

VAAG, A. A.; GRUNNET, L. G.; ARORA, G. P.; BRONS, C. The thrifty phenotype hypothesis revisited. **Diabetologia**, v.55, p.2085-2088, 2012.

WILM, H. G.; COSTELLO, D. F.; KLIPPLE, G. E. Estimating forage yield by the double-sampling methods. **Journal of American Society of Agronomy**, v.36, p.194-203, 1944.

WILSON, T. B.; LONG, N. M.; FAULKNER, D. B.; SHIKE, D.W. Influence of excessive dietary protein intake during late gestation on dry lot beef cow performance and progeny growth, carcass characteristics, and plasma glucose and insulin concentrations. **Journal of Animal Science**, v.94, n.5, p.2035-2046, 2016.

YANG, Q. Y.; LIANG J. F.; ROGERS, C. J.; ZHAO, J. X.; ZHU, M. J. DU, M. Maternal obesity induces epigenetic modifications to facilitate Zfp423 expression and enhance adipogenic differentiation in fetal mice. **Diabetes**, v.62, n.11, p.3727-3735, 2013.

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, 2020.

ZHU, M. J.; FORD, S. P.; MEANS, W. J.; HESS, B. W.; NATHANIELS, P. W.; DU, M. Maternal nutrient restriction affects properties of skeletal muscle in offspring. **The Journal of Physiology**, v.575, n. 1, p.241-250, 2006.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da bovinocultura de corte brasileira ser uma importante atividade econômica no país e ocupar destaque a nível internacional, possui pontos a serem aprimorados visando maximizar a sua eficiência produtiva nos próximos anos. É possível identificar que a estratégia adotada por alguns produtores de bovinos do país, onde os rebanhos de cria são mantidos em sistemas extensivos e com forrageiras de comportamento estacional em função da oscilação de fatores climáticos prejudica a eficiência produtiva do rebanho. Esta estratégia resulta em déficit nutricional recorrente, que normalmente coincide com terço final da formação fetal.

Analisando os resultados obtidos neste trabalho, é possível identificar que o déficit nutricional durante a formação fetal impacta consideravelmente a capacidade produtiva da vaca na vida adulta. Esse fato pode explicar parcialmente os menores índices zootécnicos do rebanho bovino brasileiro, sendo este denominado de pecuária em evolução, quando comparado com países de pecuária avançada.

Vacas gestadas em baixo nível nutricional, apesar de nascerem com peso semelhante, apresentam menor desenvolvimento corporal e conseqüentemente, obtém-se delas menores índices produtivos ao final de 3 períodos reprodutivos. As diferenças são consideráveis, uma vez que as vacas melhor nutridas durante a formação fetal apresentaram superioridade de 64,34% na taxa média de prenhez, e de 65,28% na produção de bezerros em relação às de pior condição nutricional no mesmo período. O que ocorre a partir deste momento se assemelha a um movimento com “efeito dominó” uma vez que temos ainda uma diferença considerável na geração seguinte, que pode ser verificada pela diferença observada no desempenho dos bezerros gerados. O ganho médio diário de peso corporal (kg) do nascimento até os 365 dias de idade foi 26,66% superior nos bezerros oriundos de vacas gestadas em melhor condição nutricional em comparação com as de condição inferior.

Ressalta-se ainda, que as diferenças poderiam ser ainda maiores uma vez que as matrizes que foram gestadas em condições nutricionais distintas (Baixa, Média e Alta) durante o terço final da formação fetal, foram submetidas a déficit nutricional quando estavam gestando e mesmo assim, foi possível identificar diferenças no desempenho de seus bezerros.

Maior produção de bezerros e maior peso destes no momento da comercialização ou maior peso das fêmeas ao primeiro acasalamento são variáveis associadas diretamente ao melhor retorno financeiro da atividade e maximizam a taxa de desfrute. Desse modo, pelos resultados obtidos pelo presente trabalho o produtor pode simular o aumento esperado no custo de produção e o aumento provável no retorno financeiro para adoção de uma estratégia

nutricional diferente daquela que vêm praticando, visando evitar a subnutrição durante o terço final da formação fetal. De forma resumida, isso pode ser feito pela melhoria dos sistemas forrageiros, através da correção de solo, implantação de pastagens cultivadas, perenes, ajustes de carga animal e adoção da irrigação, e até mesmo o fornecimento de suplementos concentrados (proteicos, energéticos, e a mistura destes), volumosos (fenos, pré-secados, silagens). É um processo complexo, que pode demandar auxílio de profissionais técnicos na área, mas resultarão em um aumento significativo na eficiência desta atividade na propriedade e aliando maior produção de carne com maior retorno econômico.

REFERENCIAS

- BOHNERT, D. W.; STALKER, L. A.; MILLS, R. R.; NYMAN, A.; FALCK, S. J.; COOKE, R. F. Late gestation supplementation of beef cows differing in BCS: Effects on cow and calf performance. **Journal of Animal Science**, v.91, p.5485–5491, 2013.
- BURNS, B.M.; FORDYCE, G.; HOLROYD, R.G. A review of factors that impact on the capacity of beef cattle females to conceive, maintain a pregnancy and wean a calf— Implications for reproductive efficiency in northern Australia. **Animal Reproduction Science**. v.122, p.1-22, 2010.
- CERDÓTES, L.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L.; OSMARI, O. K.; SOCCAL, D. C.; SANTOS, M. F. dos. Desempenho produtivo de vacas de quatro grupos genéticos submetidas a diferentes manejos alimentares desmamadas aos 42 ou 63 dias pós-parto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.585-596, 2004.
- COLAZO, M.G.; HAYIRLI, A.; DOEPEL, L.; AMBROSE, D. J. Reproductive performance of dairy cows is influenced by prepartum feed restriction and dietary fatty acid source. **Journal of Animal Science**, v.92, p.2562-2571, 2009.
- CUNDIFF, L. V.; NÚNEZ-DOMINGUEZ, R.; DICKERSON, G. E.; GREGORY, K. E.; KOCH, R. M. Heterosis for lifetime production in Hereford, Angus, Shorthorn and crossbred cows. **Journal of Animal Science**. v.70, p.2397–2410, 1992.
- CUSHMAN, R. A.; PERRY, A. G. Developmental Programming of Fertility in Livestock Veterinary Clinics of North America. **Food Animal Practice**, v.35, n.2, p.321-330, 2019.
- CUSHMAN, R. A.; McNEEL, A. K; FREETLY, H. C. The impact of cow nutrient status during the second and third trimester on development of the reproductive axis and fertility of daughters. **Livestock Science**, v.162, p.252-258, 2014.
- DEMMENT, M. W.; VAN SOEST, P. J. A nutritional explanation for body-size patterns of ruminant and non ruminant herbivores. **The American Naturalist**, v.125, n.5, p.641-672, 1985.
- DEUTSCHER, G. H. Using pelvic measurements to reduce dystocia in heifers. **Modern veterinary practice**, v.66, p.751-755, 1985.
- DU, M.; WANG, B.; FU, X.; YANG, Q.; ZHU, M. J. Fetal programming in meat production. **Meat Science**, v.109, p.40-47, 2015.
- DU, M.; HUANG, Y.; DAS, A. K.; YANG, Q.; DUARTE, M. S.; DODSON, M. V.; ZHU, M. J. 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.
- DU, M.; TONG, J.; ZHAO, J.; UNDERWOOD, K. R.; ZHU, M.; FORD, S. P.; NATHANIELSZ, P. W. Fetal programming of skeletal muscle development in ruminant animals. **Journal of Animal Science**, v.88, p.51-60, 2010.

FIEMS, L. O.; VAN CAELENBERGH, W.; CAMPENEERE, S. D.; BRABANDER, D. L. D. Effect of dam factors on milk intake and performance of Belgian Blue suckling calves. **Animal**, v.2, p.135-140, 2008.

FORDYCE, G.; ENTWISTLE, K. W.; FITZPATRICK, L. A. **Developing costeffective strategies for improved fertility in Bos indicus cross cattle**. Final Report, Meat Research Corporation, Sydney, 1994.

FUNSTON, R. N.; LARSON, D. M.; VONNAHME, K. A. Effects of maternal nutrition on conceptus growth and offspring performance: Implications for beef cattle production. **Journal of Animal Science**, v.88, n.13, p.205-215, 2010a.

FUNSTON, R. N.; MARTIN, J. L.; SUMMERS, A. F.; ADAMS, D. C.; MUSGRAVE, J. A.; MEYER, T. L.; LARSSON, D. M. **Winter grazing system and supplementation of beef cows during late gestation influence heifer progeny**. Nebraska Beef Cattle Reports, 609, 2010b.

FUNSTON, R. N.; SUMMERS, A. F. Effect of prenatal programming on heifer development. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v.29, p.517-536, 2013.

GAO, F.; LIU, Y.; LI, L.; LI, M.; ZHANG, C.; AO, C.; HOU, X. Effects of maternal undernutrition during late pregnancy on the development and function of ovine fetal liver. **Animal Reproduction Science**, v.147, n.3-4, p.99-105, 2014.

GOMES, R. M. **Mecanismos estratégicos para incremento de taxas de concepção em programas de inseminação artificial em tempo fixo em bovinos de corte**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015. 42f. Monografia, 2015.

GREENWOOD, P. L.; BELL, A. W.; VERCOE, P. E.; VILJOEN, G. J. **Managing the prenatal environment to enhance livestock productivity** (No. 636.0824 GREM). [S.l.]: International Atomic Energy Agency, 2010.

IRELAND, J. J.; SMITH, G. W.; SCHEETZ, D.; JIMENEZ-KRASSEL, F.; FOLGER, J. K.; IRELAND, J. L.; MOSSA, F.; LONERGAN, P.; EVANS, A. C. Does size matter in females? An overview of the impact of the high variation in the Ovarian reserve on ovarian function and fertility, utility of anti mullerian hormone as a diagnostic marker for fertility and causes of variation in the ovarian reserve in cattle. **Journal of Reproduction and Fertility**. v.23, p.1-14, 2011.

LIRA SILVA, V.; BORGES, I.; ARAÚJO, A. R.; COSTA, H. H. R.; ALVES FILHO, F. M.; INÁCIO, D. F. S.; PAIVA, P. D. A. de.; ALCÂNTARA, P. B. X. Importância da nutrição energética e proteica sobre a reprodução em ruminantes. **Acta Kariri pesquisa e desenvolvimento**, v.1, n.1, p.38-47, 2016.

LONG, N. M.; TOUSLEY, C. B.; UNDERWOOD, K. R.; PAISLEY, S. I.; MEANS, W. J.; HESS, B.W.; DU, M.; FORD, S. P. Effects of early to mid gestational undernutrition with or without protein supplementation on offspring growth, carcass characteristics, and adipocyte size in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.90, p.197-206, 2012.

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

MARTIN, J. L.; VONNAHME, K. A.; ADAMS, D. C.; LARDY, G. P.; FUNSTON, R. N. Effects of dam nutrition on growth and reproductive performance of heifers calves. **Journal of Animal Science**, v. 85, p. 841-847, 2007.

MORAN, C.; QUIRKE, J. F.; ROCHE, J. F. Puberty in heifers: a review. **Animal Reproduction Science**. v.18, p.167–182, 1989.

RENNÓ, F. P.; PEREIRA, J. C. V; SANTOS. A. D. F.; ALVES, N. G.; TORRES, C. A. A.; RENNO, V. L. N.; BALBINOT, P.Z. Effects of body condition at calving on milk yield and composition, lactation curve and body reserve mobilization of Holstein cows. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.2, 2006.

REYNOLDS, L. P.; BOROWICZ, P. P.; CATON, J. S.; VONNAHME, K. A.; LUTHER, J. S.; HAMMER, C.J.; MADDOCK, CARLIN, K. R.; GRAZUL-BILSKA A. T.; REDMER, D. A. Developmental programming: The concept, large animal models, and the key role of uteroplacental vascular development. **Journal of Animal Science**, v.88, p.61-72, 2010.

SANTOS, S. A.; ABREU, U. G. P.; SOUZA, G. S.; CATTO, J. B. Condição corporal, variação de peso e desempenho reprodutivo de vacas de cria em pastagem nativa no Pantanal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.2, p.354-360, 2009.

SCHOONMAKER, J.; LADEIRA, M. M. **Reflexos de novas tecnologias empregadas na nutrição materna sobre a saúde e crescimento dos bezerros**. In: OLIVEIRA-BARBOSA (Org.) Bovinocultura de corte, desafios e tecnologias. Salvador, EDUFBA, cap.7, p.193-220, 2014.

SHORT, R. E.; BELLOWS, R. H.; STAIGMILLER, R. B.; BERARDINELLI, J. G.; CUSTER, E. E. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.68, p.799-816, 1990.

SULLIVAN, T. M.; MICKE, G. C.; GREER, R. M.; IRVING-RODGERS, H. F.; RODGERS, R. J.; PERRY, V. E. Dietary manipulation of bos indicus x heifers during gestation affects the reproductive development of their heifer calves. **Reproduction, Fertility and Development**. v.21, p.773–784, 2009.

TSUNEDA, P. P.; ZERVOUDAKLS, L. K. H.; DUARTE JÚNIOR, M. F.; SILVA, L. E. S.; DELBEM, R. A.; MOTHEO, T. F. Efeitos da nutrição materna sobre o desenvolvimento e performance reprodutiva da prole de ruminantes. **Investigação**, v.16, n.1, p.56-61, 2017.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **Livestock and Poultry: World Markets and Trade**. Foreign Agricultural Service. 2023. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads>. Acessado em: 08/02/2023.

**ANEXO A - CERTIFICADOS DE APROVAÇÃO DO ESTUDO PELA COMISSÃO
DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA MARIA**

(Continua)



Universidade Federal de Santa Maria

*Comissão de Ética no
Uso de Animais*

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "NÍVEL NUTRICIONAL NA GESTAÇÃO: EFICIÊNCIA REPRODUTIVA E PRODUTIVA DA PROLE", protocolada sob o CEUA nº 4754260219 (ID 002424), sob a responsabilidade de **Ivan Luiz Brondani** - 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 16/04/2019.

We certify that the proposal "NUTRITIONAL LEVEL IN GESTATION: CALF REPRODUCTIVE AND PRODUCTIVE EFFICIENCY", utilizing 38 Bovines (38 females), protocol number CEUA 4754260219 (ID 002424), under the responsibility of **Ivan Luiz Brondani** - 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 04/16/2019.

Finalidade da Proposta: Pesquisa

Vigência da Proposta: de 05/2019 a 12/2022 Área: Zootecnia

Origem: Animais provenientes de outro projeto

Espécie: Bovinos

sexo: Fêmeas

idade: 16 a 18 meses

Quantidade: 38

Linhagem: Cruzamento entre Charolês e Nelore

Peso: 280 a 400 kg

Santa Maria, 06 de janeiro de 2023

Dra. Patrícia Bräunig

Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais
Universidade Federal de Santa Maria

Profa. Dra. Vania Lucia Loro

Vice-Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais
Universidade Federal de Santa Maria

1960

**ANEXO B – BEZERRAS GESTADAS SOB DISTINTOS NÍVEIS NUTRICIONAIS
QUANDO POSSUÍAM 5 MESES DE IDADE E SUAS MÃES**



**ANEXO C – ANIMAIS GESTADOS SOB DISTINTOS NÍVEIS NUTRICIONAIS
DURANTE O PRIMEIRO PERÍODO REPRODUTIVO**

