

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE CIÊNCIAS MÉDICAS E DA VIDA
CURSO DE ZOOTECNIA

**EXPRESSÃO DE CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E
REPRODUTIVAS DE PROGÊNIES GESTADAS EM DIFERENTES
NÍVEIS NUTRICIONAIS**

Discente: Paulo Henrique dos Santos Bezerra

Orientador: Me. Marcelo Fernandes dos Santos

Goiânia – Goiás

2023



PAULO HENRIQUE DOS SANTOS BEZERRA



EXPRESSÃO DE CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E REPRODUTIVAS DE PROGÊNIES GESTADAS EM DIFERENTES NÍVEIS NUTRICIONAIS

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Zootecnista, junto Escola de Ciências Médicas e da Vidas, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás.

Orientador: Me. Marcelo Fernandes dos Santos

Goiânia - Goiás

2023



PAULO HENRIQUE DOS SANTOS BEZERRA



EXPRESSÃO DE CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E REPRODUTIVAS DE PROGÊNIES GESTADAS EM DIFERENTES NÍVEIS NUTRICIONAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada à banca avaliadora em 04/12/2023, para conclusão da disciplina de TCC, no curso de Zootecnia, junto a Escola de Ciências Agrárias e Biológicas da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, sendo parte integrante para o título de Bacharel em Zootecnia.

Conceito final obtido pelo aluno: Aprovado

Marcelo Fernandes dos Santos

Orientador

Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Rodrigo Zaiden Taveira

Membro de banca

Universidade Estadual de Goiás

Byanka Bueno Soares

Membro de banca

Universidade Federal de Goiás

Dedico este trabalho de conclusão de curso a todos que contribuíram para a realização deste desafio acadêmico.

Agradeço aos meus professores, cujo conhecimento e orientação foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. À minha família, que sempre esteve ao meu lado, oferecendo apoio incondicional e encorajamento nos momentos mais desafiadores.

Agradeço aos meus amigos pela camaradagem e pela troca valiosa de ideias. Este trabalho não seria possível sem a colaboração e a compreensão de todos vocês

Com gratidão, Paulo Henrique – PH.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar gostaria de agradecer a Deus por todos os momentos os quais intercederam sobre a minha trajetória, protegendo das coisas ruins e guiando pelos melhores caminhos.

De forma singela sou grato imensamente por toda a minha família pelos cuidados e conselhos que influenciaram até esse momento, em especial meus pais: Nivaldo e Divina, minha irmã: Taynara, meu cunhado Guilherme e minha tia: Lazara. Os quais foram determinantes para que eu pudesse conquistar meu objetivo, muito obrigado por tanto até o presente momento

Em empatia aos momentos compartilhados no decorrer da discência, deixo aqui meus agradecimentos, sempre colaborando para o crescimento ou com o outro durante a graduação, em especial: Dayanne, Gabriel, Heitor, Stella, Sergio e Viviane.

Ressaltando a importância do conhecimento técnico, nesse momento agradeço ao corpo docente da Pontifícia Universidade Católica de Goiás do curso de zootécnica, ao qual deixo meu muito obrigado por todo conhecimento disseminado durante o período letivo.

Agradeço aos meus amigos de toda a vida, por toda irmandade sem demonstrarem êxito nesse quesito, digo meu muito obrigado por todas as oportunidades, em especial: Ana Beatriz, Bruno, Beatriz, Guilherme, Leticia, Pedro Henrique, Pedro Neto e Vitor.

Em especial gostaria de agradecer a empresa Norte agro soluções agropecuária, o qual tive oportunidade de estagiar. Agradeço aos amigos da ESAQL-USP, do laboratório de produção de ruminantes os quais propiciaram uma experiência ímpar em busca de conhecimento.

Deixo meu muito obrigado as empresas Select Sires Beef Brasil e Zittra Agronegócios, pela oportunidade compor esse time de grandes técnicos, os quais obtive experiências fundamentais para meu aprendizado.

Por último e não menos importante agradeço meu orientador Professor Marcelo, por toda força dedicada durante as orientações, e a banca orientadora: Professor Rodrigo Zaiden um grande amigo durante a graduação, e a Me. Bianka Bueno pela dedicação em agregar conhecimento nesse período importante na vida acadêmica.

Não existe perfeição, o que existe é uma aproximação, através do melhoramento contínuo. Nesse sentido, a frase "ficou perfeito" perde efeito, pois sempre haverá algo melhor pra ser feito.

“Gilliard Oliveira de Souza”

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO FETAL.....	3
2.1 Ambiente uteroplacentário.....	3
2.2 Formação fetal.....	3
2.3 Desenvolvimento do tecido muscular e adiposo.....	4
3. DEMANDA NUTRICIONAL DE UMA MATRIZ GESTANTE.....	7
4. PROGRAMAÇÃO FETAL.....	8
4.1 Impactos da programação fetal durante as fases de gestação.....	10
4.2 Impacto produtivo e reprodutivo de fêmeas gestada em condições nutricionais adequadas.....	12
4.3 Impacto produtivo de bezerros gestados em condições nutricionais adequadas.....	13
5. ESTRATÉGIAS NUTRICIONAIS BUSCANDO ATENDER DESENVOLVIMENTO FETAL.....	14
5.1 Estratégias de suplementação.....	14
5.2 Efeitos da suplementação de microelementos na programação fetal.....	15
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	17
7.REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA.....	18

LISTA DE FIGURA

- Figura 1 - Células progenitoras mesenquimais divergindo las linhasgens miogénica e fibroadipogênica durante o desenvolvimeno muscular fetal.....5
- Figura 2 - Efeitos da nutrição materna no desenvolvimento do músculo esquelético fetal bovino.....6
- Figura 3 - Gráfico de necessidades de energia metabolizável para uma vaca zebuína adulta gestante (500 kg de peso corporal, esperando um bezerro de cerca de 32 kg) divididas em três fases gestacionais (início, médio e final.....7

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Efeitos da suplementação durante a gestação e o seu efeito sobre o desempenho de bezerros.....	13
Tabela 2 - Efeitos da suplementação durante a gestação e o seu efeito sobre o desempenho de bezerras.....	14
Tabela 3 - Resultados ao parto, desmame, entrada no confinamento e características de carcaça de bezerros oriundos de vacas de corte que receberam dietas suplementares contendo Cu, Co, Mn e Zn.....	16

RESUMO

Devido a grande demanda na criação de animais para a produção e alimentos, iniciou-se uma busca por uma maior eficiência de desempenho e que também expressasse características organolépticas ligadas a carne. Essa necessidade desencadeou um processo de seleção rigorosa, melhorando o desempenho e o crescimento dos animais. Levando em consideração o conceito desenvolvido por Barker (1993), filhos de mães gestantes durante a fome holandesa na segunda guerra mundial, eram pessoas esguias, com problemas de desenvolvimento e de saúde. Com essas observações em humanos surgiu o conceito de programação fetal. As etapas pós-natais, estão bem elucidadas e de conhecimento comum, porém nos últimos anos veem se destacando pesquisas com o foco no período gestacional de fêmeas bovinas, procurando entender os efeitos epigenéticos durante o desenvolvimento fetal, e os resultados na vida pós-natal. Estas pesquisas baseiam-se principalmente no plano nutricional em que a fêmea gestante é submetida, onde a restrição nutricional materna pode causar limitação no crescimento, apontado como um dos principais problemas no desempenho zootécnico das crias. Há algum tempo pensava-se que a restrição era exclusivamente proteica, porém diversos trabalhos têm demonstrado a importância da energia e a suplementação mineral, desempenhando fatores fundamentais para a perfeita programação fetal. Diante disso o entendimento das exigências nutricionais das vacas gestantes é de grande importância, para que os impactos negativos da restrição alimentar sejam mitigados. Logo, o objetivo desse trabalho é levantar estudos referentes a programação fetal de bovinos de corte e seu impacto na produtividade ao longo da vida das proles gestadas em diferentes níveis nutricionais.

Palavras-chaves: Nutrição de Bovinos, epigenética, programação fetal, exigência nutricional.

ABSTRACT

Due to the great demand in the breeding of animals for production and food, a search for a higher performance efficiency that also expressed organoleptic characteristics linked to meat began. This need triggered a rigorous selection process, improving the performance and growth of the animals. Taking into account the concept developed by Barker (1993), children of pregnant mothers during the Dutch famine in World War II were slender people, with developmental and health problems. With these observations in humans came the concept of fetal programming. The postnatal stages are well elucidated and common knowledge, but in recent years research has been highlighted with a focus on the gestational period of bovine females, seeking to understand the epigenetic effects during fetal development, and the results in postnatal life. These researches are mainly based on the nutritional plan to which the pregnant female is submitted, where maternal nutritional restriction can cause growth limitation, pointed out as one of the main problems in the zootechnical performance of the offspring. Some time ago it was thought that the restriction was exclusively protein, but several studies have demonstrated the importance of energy and mineral supplementation, playing fundamental factors for perfect fetal programming. Therefore, the understanding of the nutritional requirements of pregnant cows is of great importance, so that the negative impacts of feed restriction are mitigated. Therefore, the objective of this study is to survey studies on fetal programming of beef cattle and its impact on productivity throughout the life of gestated offspring at different nutritional levels.

Keywords: Cattle, epigenetics, nutrition, requirement.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil registrou recorde na série histórica, com rebanho bovino de 224,6 milhões de cabeças, conforme informado pelo (IBGE 2021). Segundo o USDA (2021) o Brasil assume o posto de líder global na exportação de carne bovina, enquanto também se ocupa a segunda posição em tamanho de rebanho e produção de carne. No entanto, essa magnitude está diretamente relacionada ao tamanho específico do rebanho bovino brasileiro, dada a inferioridade dos índices de produtividade em comparação com alguns países concorrentes (USDA, 2023).

Conforme informações fornecidas pela (ABIEC, 2020), o rebanho bovino de corte no Brasil, possui características de serem mantidos sob pastejo em gramíneas tropicais sazonais, que sofrem alterações em sua composição química e física, afetando a disponibilidade durante os períodos do ano.

Nesse contexto, SOARES et al., (2015) enfatizaram que devido à sazonalidade na produção de pastagens no Brasil, essas não oferecem aporte nutricional adequado ao longo de todas as estações do ano. Aprimorar os parâmetros zootécnicos na criação de bovinos de corte representa um desafio crucial para alcançar a eficiência máxima na produção, portanto, torna-se necessária a implementação de suplementação estratégica, especialmente em sistemas intensivos de produção.

Nos animais destinados à produção de carne, houve seleção rigorosa, melhorando o desempenho e o crescimento dos animais. Isso significa que foram escolhidos com base em critérios como taxa de crescimento e eficiência biológica. Dentre as etapas do desenvolvimento de um bovino, o período gestacional se destaca como uma das fases mais delicadas, exigindo cuidados e atenção no estado nutricional da matriz. Ao longo da gestação, inicia-se o ciclo de vida de um indivíduo, durante o qual determinadas interferências, podem moldar consequências significativas no desenvolvimento e na produção futura de um animal (ARNOTT et al., 2012). De acordo com (DU et al., 2010) a restrição nutricional materna que causa crescimento fetal limitado, tem sido relatada como um dos principais problemas na produção pecuária. A carência de nutrientes durante o período de gestação da matriz pode ter impacto sobre o desenvolvimento fetal, afetando a função reprodutiva, bem

como o crescimento dos tecidos musculares e adiposos, e a qualidade da carcaça da progênie (SCHOONMAKER e LADEIRA, 2014).

A programação fetal se tornou uma ferramenta estratégica para maximização dos índices zootécnicos. Segundo o estudo de TSNUEDA et al., (2017), a programação fetal mediada pela nutrição materna durante a gestação é apontada como um dos principais influenciadores no desenvolvimento da prole. Tanto a subnutrição quanto a super nutrição podem desencadear modificações no metabolismo e na fisiologia do bezerro após o nascimento. Conforme observado por RAMIREZ et al., (2020), pesquisas em animais sugerem que condições inadequadas durante a gestação podem ter efeitos prejudiciais na saúde materna e nas características da prole.

Logo, o objetivo desse trabalho reunir aporte teórico sobre estudos referentes a programação fetal de bovinos de corte e seu impacto na produtividade ao longo da vida das proles gestadas em diferentes níveis nutricionais.

2. DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO FETAL

2.1 Ambiente uteroplacentário

O crescimento e desenvolvimento fetal são influenciados por fatores maternos, placentários e fetais, embora o genoma desempenhe um papel crucial no início, os fatores nutricionais ganham importância significativa ao longo do processo. Em grandes ruminantes a placenta se entrelaça com as carúnculas, enquanto as membranas placentárias se conectam aos cotilédones, dando origem à unidade carúncula-cotilédone, conhecida como placentoma. Essa estrutura representa a área funcional de troca nutricional entre a mãe e o feto, e é gradualmente vascularizada para atender ao crescente incremento das exigências do feto em desenvolvimento. (FUNSTON et al.,2010).

O sistema uteroplacentário desempenha um papel crucial no desenvolvimento fetal, visto que a placenta é o principal órgão encarregado da regulação metabólica e do fornecimento de alimento para o crescimento fetal (SILVA et al., 2021). Relatos de REYNOLDS et al., (2005), afirmam que esses elementos como a oferta de nutrientes à que foi exposta a matriz, impactam as dimensões e a eficiência funcional da placenta, a transferência de nutrientes, oxigênio do útero para a placenta e posteriormente para o feto. Envolvem mudanças na espessura da membrana placentária, na ramificação dos vilos, na capilarização anômala, atividade de enzimas e moléculas transportadoras placentárias. Portanto a subnutrição durante a gestação pode causar impactos negativos no fornecimento de energia entre a mãe e o feto.

2.2 Formação fetal

Após o reconhecimento fetal a gestação, ocorre a constituição de vasos sanguíneos placentários, os quais desempenham o papel fundamental de suprir oxigênio e nutrientes para o desenvolvimento saudável do feto (TSUNEDA, et al., 2017). De acordo com DU et al., (2010), no primeiro terço da gestação, há a formação de um número reduzido de fibras musculares, o que resulta em uma eficácia limitada da nutrição materna na construção da musculatura esquelética nesse período.

Relatos de MOREIRA et al., (2019) que partindo do 37º dia, evidencia-se a formação de membros dos posteriores, da região anterior do cérebro, da curvatura cervical, da medula, do cordão umbilical, da cavidade oral e da pigmentação da retina. Esse marco inicial é seguido pelo desenvolvimento subsequente de órgãos como pâncreas, fígado, supra-renais, pulmões, tireoide, baço, cérebro, timo e rins. O sistema reprodutivo começa a se formar aproximadamente aos 45 dias de gestação, com o desenvolvimento dos testículos nos machos, e nas fêmeas formação dos ovários ocorre entre os dias 50 e 60 do período gestacional, a formação dos folículos e oócitos nos ovários fetais ocorre particularmente entre os dias 91 e 140 da gestação, podendo variar de acordo com a raça.

Embora a necessidade nutricional fetal seja baixa nos dois primeiros trimestres da gestação, dado que o feto atinge apenas 25% do peso de nascimento durante esse período, é crucial um fornecimento adequado de nutrientes para garantir o estabelecimento da circulação uteroplacentária funcional (DU et al., 2010).

Durante a segunda metade da gestação, uma crescente necessidade nutricional do feto está associada a processos de hiperplasia e, especialmente das fibras musculares fetais conforme citado por DU et al., (2013). De acordo com TSUNEDA et al., (2017) durante a última fase da gestação, observa-se rápido crescimento do feto, exigindo fornecimento adequado de oxigênio e nutrientes, posteriormente estratégias nutricionais buscando atender a baixa demanda de nutrientes oferta nesse período.

2.3 Desenvolvimento do tecido muscular e adiposo

O músculo esquelético passa por três fases de desenvolvimento: embriogênica, fetal e adulta, sendo as duas primeiras reconhecidas como parte do desenvolvimento pré-natal, originando respectivamente: as fibras musculares, os adipócitos e os fibroblastos presentes no músculo esquelético (DU et al., 2010). De acordo com Yan et al., (2013) as células-tronco mesenquimais no embrião em formação que é responsável por essa diferenciação, que define a formação do músculo esquelético. Relatos de DU et al., (2013) e UEZUMI et al., (2011) no qual eles dizem que as células progenitoras miogênicas se transformam em fibras musculares e células satélites. Enquanto as progenitoras adipogênicas-fibrogênicas

se desenvolvem dando origem aos adipócitos e fibroblastos de acordo com a (figura 1).

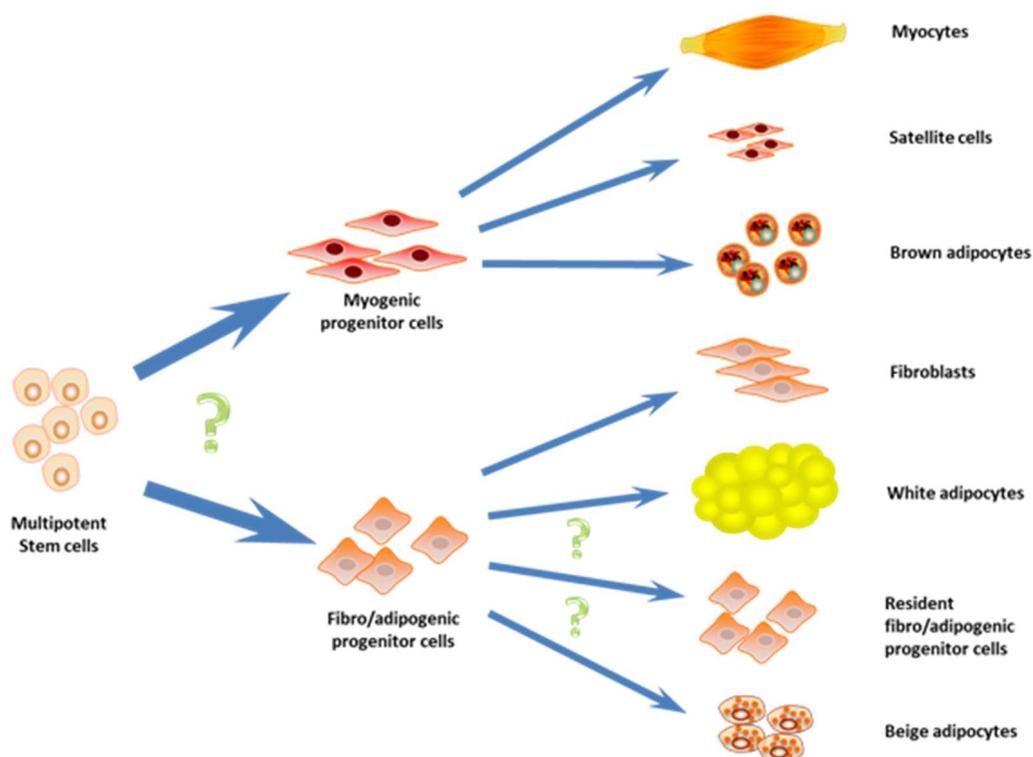


Figura 1 – Células progenitoras mesenquimais divergindo las linhagens miogénica e fibroadipogênica durante o desenvolvimento muscular fetal.

Fonte: Adaptado de Du et al. (2013)

Durante o final da gestação, ocorre o desenvolvimento dos fibroblastos, responsáveis pela síntese do tecido conjuntivo que constitui conforme observado por DU et al., (2013), representando um papel crucial na conexão entre músculos e ossos, envolvendo as fibras musculares e influenciando a maciez da carne.

A compreensão do desenvolvimento do músculo esquelético antes do nascimento é essencial, pois os eventos durante essa fase desempenham um papel significativo na vida da prole. Daí a importância do crescimento fetal, que resulta no aumento do número e tamanho das fibras musculares (hiperplasia e hipertrofia), já que após o nascimento, o aumento da massa muscular ocorre apenas por hipertrofia (DUARTE et al.,2015).

A fase inicial da miogênese, conhecida como miogênese primária, tem seu início no primeiro mês de gestação e se estende até aproximadamente metade do

terceiro mês (Figura 2). Por outro lado, a miogênese secundária tem seu início logo após o segundo mês e prossegue até o oitavo mês de gestação (DU et al., 2010); Processo que corresponde ao número de células responsável pela constituição das fibras musculares como já citado ocorre durante a gestação. Ressalta-se que a hipertrofia muscular do feto se intensifica significativamente durante o terço final desse período de acordo com a (Figura 2). BONNET et al., (2010) relataram que desenvolvimento do tecido adiposo em bovinos inicia-se no terço médio da gestação, assim como o muscular diversifica se em dois tipos de proliferação, sendo por meio da adipogênese ou hipertrofia dos adipócitos. Em contraste com o tecido muscular, a adipogênese ocorre no terço final da gestação, determinando a quantidade de adipócitos na vida adulta.

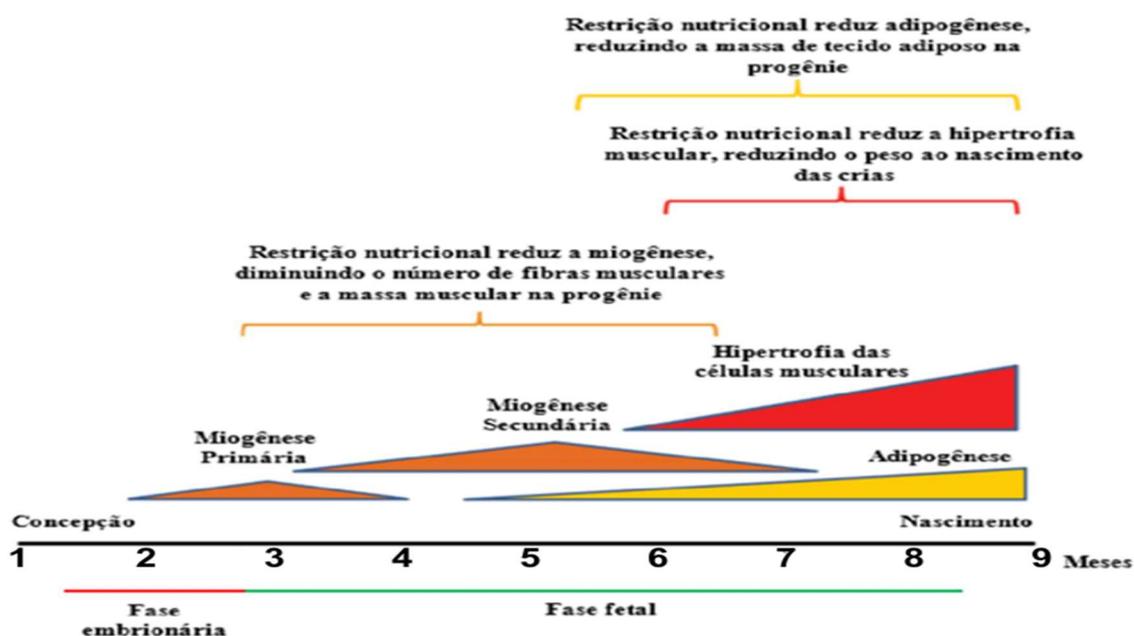


Figura 2 - Efeitos da nutrição materna no desenvolvimento do músculo esquelético fetal bovino.

Fonte: Adaptado de Du et al. (2010).

A subnutrição das matrizes no período que vai do segundo ao sétimo mês de gestação resulta em uma diminuição na miogênese primária e secundária. Quando a restrição de nutrientes ocorre entre o quinto e o nono mês de gestação reduz não apenas a hipertrofia muscular, mas também impacta a adipogênese conforme observado por DU et al., (2010). Resultando em uma redução da hiperplasia e hipertrofia das células musculares, além de um impacto negativo no desenvolvimento dos adipócitos responsáveis pela formação do tecido adiposo.

3. DEMANDA NUTRICIONAL DE UMA MATRIZ GESTANTE

É fundamental saber a exigência nutricional de vacas gestantes, uma vez que em um sistema de criação de bovinos de corte, a eficiência produtiva é baseada na capacidade da vaca em converter a ingestão alimentar em peso de bezerros desmamados (FONTES et al., 2008). Principalmente devido à oferta diversificada de forragem, influenciada pela sazonalidade, que por sua vez afeta a qualidade química e bromatológica do alimento.

Estudos conduzidos por GIONBELLI et al., (2016), buscaram entender as exigências nutricionais de matrizes durante a gestação, dividindo o entre os terços inicial, médio e final, permitindo melhor compreender a demanda energética durante o período gestacional de uma matriz (Figura 3), deixando obvio a demanda elevada de nutrientes no terço final da gestação.

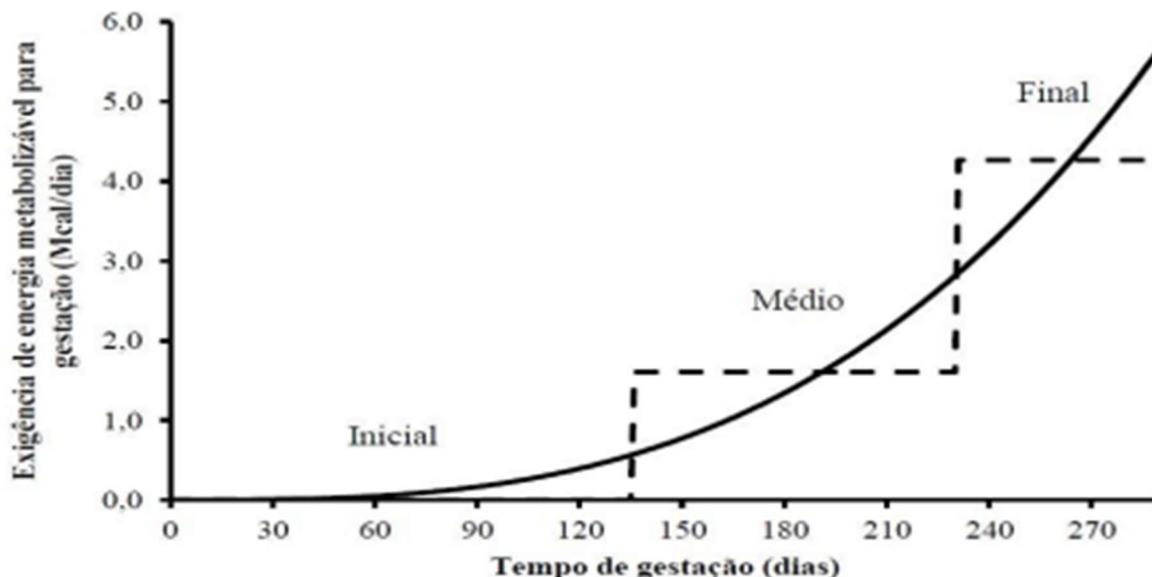


Figura 3 - Gráfico de necessidades de energia metabolizável para uma vaca zebuína adulta gestante (500 kg de peso corporal, esperando um bezerro de cerca de 32 kg) divididas em três fases gestacionais (início, médio e final). Fonte: Gionbelli et al., 2016.

Durante o terço médio e final da gestação, que coincidem com a estação seca no Brasil Central, ocorre um período crítico na oferta de alimento. No decorrer do período de primavera-verão, o rebanho bovino consome forragem de baixo valor

nutritivo, que se destaca por possuir elevado teor de FDN e FDA e teor de proteína bruta abaixo (6 a 7%) na matéria seca (REIS et al., 2009). Segundo TEXEIRA et al., (2011), período o qual faz se necessário a utilização de ferramentas de suplementação buscando corrigir a deficiência nutricional das forrageiras.

Conforme descrito por MARTIN et al., (2007) e FUSTON et al., (2008), a administração de concentrado proteico para vacas tem sido identificada como um elemento crucial para aprimorar o desempenho de suas crias no período pós-natal. GIONBELLI et al., (2016) ressalta a deficiência de nutrientes, podendo prejudicar fatores como desempenho na gestação e pós-natal da progênie durante toda sua vida. BOHNERT et al., (2011) ressalta a relevância de um estado nutricional adequado em fêmeas de cria, abrangendo novilhas de reposição e fêmeas múltiparas. Destaca também a importância do aporte nutricional durante a gestação, afetando a produtividade do bezerro do nascimento ao abate. Nesse sentido que a manutenção do rebanho de cria ao longo do ano, com níveis nutricionais apropriados, é crucial para sistemas modernos de pecuária.

4. PROGRAMAÇÃO FETAL

A programação fetal, um conceito emergente na produção animal, investiga como estímulos ou a ausência deles nas fêmeas gestantes podem influenciar o desempenho do perfil. A formulação inicial do conceito de programação fetal, também denominada programação do desenvolvimento, baseia-se em dados epidemiológicos em humanos. Esses dados indicavam que estímulos ambientais no útero resultaram em alterações no desenvolvimento, crescimento e suscetibilidade a doenças em crianças cujas mães foram submetidas à desnutrição durante a fome holandesa em 1944 (BARKER et al., 1993). A hipótese que rege a programação do desenvolvimento afirma que mudanças na nutrição fetal e status endócrino podem criar adaptações que afetam permanentemente a estrutura fetal, a fisiologia, o metabolismo e predisõem a prole a doenças metabólicas e endócrinas após o nascimento (TAYLOR et al., 2017).

Essas alterações sofrem impactos por mecanismos epigenéticos que modulam a adaptação do feto ao ambiente uterino pelo silenciamento ou ativação

gênica. De acordo com GUTIÉRREZ et al., (2013) a epigenética envolve mecanismos de regulação da expressão gênica, os quais podem ser ativados em resposta a estímulos ambientais, como a nutrição intrauterina. A alimentação durante a gestação representa um dos elementos que influenciam os mecanismos epigenéticos do DNA e a metilação das histonas, como destacado por MENTCH e LOCASALE (2016). As modificações epigenéticas possibilitam uma adaptação ágil do feto ao ambiente uterino em que está se desenvolvendo (REYNOLDS et al., 2019).

Achados de FORD et al., (2007) relataram que o ambiente durante a fase embrionária-fetal exerce influência na expressão gênica, e que as características ao nascer não são determinadas unicamente por fatores genéticos. Coincidindo com as informações fornecidas por REYNOLDS et al., (2019), que diz que as modificações metabólicas e funcionais nos órgãos e sistemas corporais representam um mecanismo para a rápida adaptação do feto ao ambiente de crescimento ao qual é exposto durante a gestação.

DUARTE et al., (2015) relata que as condições nutricionais da mãe, seja subnutrida ou superalimentada, pode exercer impacto na estrutura, metabolismo e fisiologia do perfil, conforme indicado por estudos anteriores.

Os impactos primordiais da supernutrição bovina no feto se manifestam por meio de perturbações metabólicas, como por exemplo a resistência à insulina, conforme relatado por RADUNZ et al., (2012). Porém esse é um quadro dificilmente encontrado em bovinos de corte submetidos a pastejo.

A subnutrição durante a gestação em bovinos, pode resultar em complicações como distúrbios metabólicos. Conforme ROBINSON et al., (2013), a restrição alimentar durante o crescimento fetal tem sido relacionada a uma diminuição na eficiência do crescimento e a alterações na composição corporal, essas condições podem impactar significativamente o desenvolvimento saudável do feto e ter implicações a longo prazo na saúde e no bem-estar do indivíduo.

Outra hipótese que rege a programação fetal é que o organismo futuro é programado para sobreviver conforme as condições enfrentadas no período fetal. Nesse contexto, há a possibilidade de desenvolver um fenótipo "econômico", caracterizado por uma maior capacidade de adaptação ao ambiente e pronto para enfrentar desafios na fase pós-natal, como observado por MOHRHAUSER et al.,

(2015). Portanto a subnutrição ou a hiper nutrição de uma fêmea gestante, pode modificar os padrões epigenéticos, inibindo a expressão de genes específicos, tornando o organismo da prole adaptado, para sobreviver em condições parecidas ou iguais as mesmas enfrentadas durante a gestação.

Nesse cenário, apesar da existência de estudos sobre a programação fetal em bovinos de corte, conduzidos por pesquisadores como MARQUEZ et al., (2017), UNDERWOOD et al., (2010) e DUARTE et al., (2015), ainda não há um consenso consolidado acerca de estratégias alimentares durante a gestação.

4.1 impactos da programação fetal durante as fases da gestação

A nutrição adequada nos primeiros seis meses de gestação é fundamental para o desenvolvimento fetal, visto que eventos cruciais ocorrem nestas fases, tais como a vascularização, organogênese fetal, desenvolvimento placentário (FUNSTON et al., 2010)., De acordo com SYMONDS et al (2010)., durante essa fase inicial, as condições no ambiente uterino podem exercer uma influência marcante no desenvolvimento dos mecanismos homeostáticos do fígado e do pâncreas, afetando assim a capacidade da progênie de metabolizar nutrientes.

Segundo HESSE et al., (2008) o aumento gradual do fluxo sanguíneo em direção ao útero durante a prenhez, especialmente na região onde ocorrem as trocas entre a mãe e o feto, desempenha um papel vital no crescimento e desenvolvimento fetal. De acordo com KEOMANIVONG et al., (2007) deficiências na formação dos vasos sanguíneos placentários no início da gestação podem afetar o desenvolvimento da prole, mesmo que a nutrição adequada da matriz seja restabelecida. Visto que a desnutrição durante essa fase pode desencadear um efeito cascata.

TSUNEDA et al., (2017), relata que na última fase da gestação, o feto passa por um rápido crescimento, demandando um suprimento adequado de oxigênio e nutrientes. Embora a demanda de nutrientes seja baixa no início da gestação, alguns eventos críticos, como o estabelecimento da circulação fetal e uteroplacentária, além da organogênese e miogênese, são essenciais para o desenvolvimento fetal normal (Du et al., 2010). FUNSTON et al., (2010), complementa que em termos

reprodutivos, próximo aos 45 dias ocorre o desenvolvimento dos testículos e entre 50 - 60 dias desenvolvimento dos ovários nas fêmeas.

Assim, a deficiência energética durante o período fetal impacta o desenvolvimento dos tecidos reprodutivos. No que diz respeito ao desenvolvimento fetal, os terços inicial e médio da gestação demandam menos nutrientes em comparação com o terço final. No entanto, é crucial suprir essas necessidades para garantir um crescimento adequado até o nascimento da prole (DUARTE et al., 2015).

Conforme TSUNEDA et al., (2017) durante fase final da gestação, que compreende o terço final, o feto passa por um crescimento acelerado, demandando um aumento significativo no fornecimento de oxigênio e nutrientes. A subnutrição no terço médio e final, da gestação pode resultar em falhas no desenvolvimento final dos órgãos, no sistema muscular esquelético e no tecido adiposo.

De acordo com uma pesquisa conduzida por MARTIN et al., (2007), novilhas nascidas de vacas que receberam suplementação proteica durante o terço final da gestação, apresentaram uma taxa de prenhez superior em comparação com as novilhas cujas mães não receberam suplementação. Relatos CUSHMAN et al., (2014) constataram que novilhas provenientes de vacas alimentadas com 125% das exigências nutricionais no terço final de gestação, apresentaram concepção precoce, em comparação com as novilhas cujas mães foram alimentadas com 75% das exigências nutricionais, durante o primeiro período reprodutivo. Em outras palavras, a suplementação no terço final da gestação impacta diretamente nos índices reprodutivos.

A restrição nutricional durante essa fase pode resultar em modificações nas características de carcaça e na produção de carne dos produtos. Em um estudo conduzido por SILVA et al., (2021), a suplementação realizada 115 dias antes da concepção, resultou em melhorias na digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN), no trato digestório e na eficiência alimentar de bezerras de corte com mães suplementadas durante a gestação. Em uma análise meta-analítica, ZAGO et al., (2020) constataram que novilhos provenientes de mães que ingeriram níveis 130% da sua exigência em proteína e energia durante o terceiro trimestre de gestação foram abatidos 5,5 dias mais cedo em comparação com outros novilhos. Nos estudos de MARTIN et al., (2007) e FUNSTON et al., (2010), assemelham por suplementar proteína acima da exigência, foi observado um aumento na quantidade

de adipócitos nas descendentes de vacas que receberam suplementação no terço final da gestação, de tal forma, causando um impacto na formação de gordura subcutânea e intramuscular.

4.2 Impacto produtivo e reprodutivo de bezerras gestadas em condições nutricionais adequadas

Um estudo conduzido por MARTIN et al., (2007) envolveu vacas em pastejo durante o terço final da gestação, divididas em dois grupos. Um grupo recebeu um suplemento contendo 42% de proteína bruta, com um consumo aproximado de 450 g/vaca/dia, enquanto o grupo controle não recebeu suplemento proteico. Embora o peso ao nascimento da progênie das matrizes suplementadas e não suplementadas não tenha apresentado diferenças significativas, as novilhas filhas de vacas suplementadas demonstraram um aumento no peso ao desmame aos 210 dias, no peso no momento do diagnóstico da gestação, e uma melhoria nas taxas de prenhez, em comparação com as novilhas filhas de vacas não suplementadas, como podemos ver na (tabela 1).

Em um estudo adicional realizado por FUNSTON et al., (2010), ofereceu um suplemento à base de DDG (28% de proteína bruta, base de matéria seca) com um consumo de 450 g/vaca/dia, o outro tratamento não suplementado. As bezerras provenientes de mães suplementadas com proteína apresentaram um peso à desmama significativamente maior em comparação com as novilhas filhas de mães não suplementadas. FUNSTON et al. (2010) também observaram uma diminuição na idade na puberdade para as novilhas filhas de vacas suplementadas com mineral proteínado e uma tendência para taxas mais altas de prenhez em comparação com as novilhas filhas de mães não suplementadas, possivelmente relacionadas à redução da idade na puberdade, citados na (tabela 1).

Tabela 1 - Efeitos da suplementação durante a gestação e o seu efeito sobre o desempenho de bezerras.

Características	DIETAS			
	Martin et al. 2007		Funston et al. 2010	
	NS	SUP	NS	SUP
Peso à Desmama, kg	206,50 kg	211,50 kg	222,80 ^a kg	231,40 ^b kg
Peso à Desmama ajustado 210, kg	217,80 ^a kg	225,50 ^b kg	212,90 kg	216,40 kg
CMS, kg/d	6,51 kg	6,74 kg	9,46 kg	9,28 kg
GMD, kg/d	0,407 kg	0,398 kg	0,842 ^x kg	0,788 ^y kg
CAR	-0,12	0,07	0,08	-0,04
Idade à puberdade, d	334 dias	339 dias	365 ^x dias	352 ^y dias
Taxa de Prenhez, %	80 ^a %	93 ^b %	83 %	90 %

^{a,b} Letras diferentes no experimento diferem entre si ($P < 0,05$). ^{x,y} Letras diferentes no experimento diferem entre si ($P < 0,05$). NS: Não suplementada. SUP: Suplementada. Fonte: Adaptado de Martin et al. 2007 Funston et al. 2010

4.3 Impacto na produtividade de bezerros gestados em condições nutricionais adequadas

UNDERWOOD et al., (2010) observaram um aumento significativo no ganho de peso (GMD), peso final e peso da carcaça quente em novilhos provenientes de vacas que pastavam em áreas melhoradas do dia 120 ao 180 da gestação, em comparação com a progênie de vacas em pastejo nativo, como podemos ver (Tabela 2). Os animais oriundos de vacas em pastagem melhorada, apresentaram um aumento na cobertura de gordura e uma tendência para melhorar os escores de marmoreio em comparação com os animais provenientes de vacas em pastagens nativas.

Para investigar o impacto da fonte de energia na dieta sobre o desempenho da progênie, RADUNZ (2012) ofereceu três dietas diferentes às vacas a partir do dia 209 da gestação: feno (rica em fibra), milho (rica em amido) ou DDGs (resíduo de destilaria solúvel acrescido de gordura). As dietas de grãos de milho e DDGs foram limitadas para assegurar uma ingestão isocalórica entre os tratamentos. Os resultados indicaram um aumento significativo para os tratamentos de milho e DDGS no peso corporal de bezerros ao desmame quando comparados aos bezerros de vacas alimentadas com feno. O desempenho no confinamento entre os tratamentos não apresentou diferenças significativas; no entanto, os bezerros de vacas

alimentadas com feno necessitaram de 8 e 10 dias a mais de alimentação para atingir uma espessura de gordura semelhante em comparação com os bezerros de vacas alimentadas com DDGs e milho, respectivamente.

Tabela 02. Efeitos da suplementação durante a gestação e o seu efeito sobre o desempenho de bezerros.

Características	Underwood, et al. 2010		Radunz, 2009		
	NR	IP	FENO	MILHO	DDGs
Peso ao Nascimento, kg	38,5 kg	36,7 kg	39,0 ^a kg	43,0 ^b kg	41,2 ^b kg
Peso à Desmama, kg	241,9 ^a kg	255,5 ^b kg	262,7 ^a kg	275,0 ^b kg	267,7 ^{a,b} kg
GMD, kg	1,5 ^a kg	1,7 ^b kg	1,5 kg	1,6 kg	1,5 kg
Peso de Carcaça Quente, kg	328,9 ^a kg	347,9 ^b kg	311,7 kg	311,7 kg	305,8 kg
Espessura de gordura, cm	1,20 ^a cm	1,59 ^b cm	1,18 cm	1,23 cm	1,25 cm
Escore de marmoreio ¹	420	455	549 ^a	506 ^b	536 ^{a,b}

. ^{a,b} Letras diferentes no experimento diferem entre si (P<0,05). Fonte: Adaptado de Radunz, 2009; Underwood, et al. 2010

5. ESTRATÉGIAS NUTRICIONAIS BUSCANDO ATENDER DESENVOLVIMENTO FETAL.

5.1 Estratégias de suplementação

Os resultados de pesquisas sobre qual nutriente apropriado para promover a programação do crescimento fetal, apresentam variabilidade. Uma opção de manejo para mitigar os efeitos adversos da escassez de forragem, embora com limitações, é o diferimento de pastagens, visando acumular volume mesmo com redução na qualidade. Em conjunto com a suplementação proteica encontradas por MARTIN et al., (2007) no qual nos conta que a suplementação proteica para vacas durante o terço final da gestação, ocorre durante um período em que a forragem é escassa em termos de quantidade e qualidade, quando o oferecimento de proteína concentrada às vacas foi apontado como um fator determinante para a melhoria do desempenho de suas crias no período pós-natal. Buscando atender as exigências nutricionais de uma matriz.

Conforme observado por LARSON et al., (2009), a adição de suplementos proteicos mostrou-se benéfica em reduzir a incidência de doenças respiratórias e

distúrbios metabólicos, em bezerros submetidos a sistemas de confinamento. Este efeito foi particularmente evidente entre os descendentes de vacas que receberam suplementação durante o terço final da gestação, em comparação com os bezerros de mães não suplementadas.

Estudos recentes realizados por IZQUIERDO et al., (2022) revelaram resultados significativos ao aplicar monensina em conjunto com suplementação durante o terço final da gestação. Os tratamentos incluíram: ausência de suplementação, suplementação com 900g diários de DDG, suplementação de 900g diários de DDG acrescidos de 200 mg diários de monensina. Observou-se uma disparidade significativa no peso à desmama dos bezerros provenientes de vacas que receberam suplementação de monensina durante o último terço da gestação.

Relatos de PALMER et al., (2022) revelou que bezerros oriundos de vacas que receberam suplementação de DDG durante o último terço da gestação apresentaram um desempenho superior à desmama, em comparação com bezerros nascidos de vacas que não foram submetidas a suplementação.

5.2 Efeitos da suplementação de microelementos na programação fetal

Destaca-se a influência do manejo nutricional, especificamente a ingestão de energia e proteína bruta, em vacas de corte no final da gestação sobre o desempenho da prole. No entanto, há uma lacuna de conhecimento em relação à suplementação de micro minerais durante a gestação e seu impacto. Conforme SILVA et al., 2017 os minerais são elementos essenciais para o funcionamento adequado dos processos metabólicos nos organismos animais. Por isso torna-se primordial a compreensão da suplementação de macro e microminerais, especialmente para fêmeas gestantes, é crucial para melhorar a eficiência produtiva e reprodutiva. (VALIM et al, 2019).

A hipóteses de suplementação de microminerais ao terço final da gestação de matrizes, com objetivo de alavancar o desempenho da progênie pós-natal. Com o intuito de esclarecer a relevância da suplementação com micro minerais no último terço da gestação, MARQUES et al., em 2016, conduziram um estudo suplementando fêmeas gestantes nesse período, e acompanharam o desenvolvimento dos animais perfil até o término do confinamento, incluindo análises

de características de confinamento carcaça. As fêmeas que receberam suplementação com níveis acima das recomendações do NRC para Cobalto, Cobre, Manganês e Zinco apresentaram bezerros pesados ao desmame (Tabela 3). Além disso, esses bezerros demonstraram maior peso na entrada do confinamento, ao final da fase de crescimento no confinamento, ao fim do confinamento e uma menor perda pela refrigeração no frigorífico, sendo necessária uma possível revisão das exigências de microelementos nas recomendações do NRC 2000.

Tabela 03. Resultados ao parto, desmame, entrada no confinamento e características de carcaça de bezerros oriundos de vacas de corte que receberam dietas suplementares contendo Cu, Co, Mn e Zn (CON); fontes de sulfato de Cu, Co, Mn e Zn.

Características	Controle	Tratamento	Valor de P
Peso ao nascimento	42,1 kg	41,6 kg	0,63
Peso ao nascimento ajustado	42,9 kg	42,7 kg	0,69
Peso à desmama	212,0 kg	223,0 kg	0,04
Peso à desmama ajustado 205 dias	244,0 kg	252,0 kg	0,04
Percentual de bezerros da iatf desmamados	61,5 %	70,8 %	0,70
Percentual de bezerros machos desmamados	23,1 %	58,3 %	0,04
Peso de entrada no confinamento	226,0 kg	236,0 kg	0,05
Peso ao final da dieta de crescimento	352 kg	359 kg	0,09
Peso ao final do confinamento	649 kg	663 kg	0,10
Peso da carcaça quente	409 kg	418 kg	0,10
USDA Choice	87,7 %	97,1%	0,46

Fonte: Marques et al., 2016.

Comprovando a necessidade de atender não só a exigência dos nutrientes primordiais como proteína, energia e macrominerais, torna se indispensável como comprovado por MARQUES et al., (2016), atender os níveis mínimos de exigência de microminerais de vacas durante a gestação.

De acordo com SILVEIRA et al., (2017) relata que ao suprir as lacunas e critérios de exigência nutricionais dos animais, buscando garantir tanto a produtividade quanto o desenvolvimento animal por meio de uma alimentação abordada, é possível alcançar o ápice do potencial, resultando em vantagens econômicas mais desenvolvidas para o criador. Portanto devemos ressaltar a importância de uma visão holística de todo sistema produtivo, principalmente fatores interligados a nutrição o qual é a base do sistema pecuário, buscando obstruir problemas encontrados como a programação de desenvolvimento fetal, que ainda

necessita de estudos detalhados, sanando dúvidas levantadas sobre a programação de desenvolvimento fetal.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A necessidade de atender as exigências nutricionais de uma matriz durante a gestação, se torna primordial para que ocorra a programação fetal, entretanto a composição da dieta, categoria animal, período de suplementação são fatores que devemos levar em consideração para traçar estratégias buscando solucionar problemas decorrentes do manejo sob pastejo.

A suplementação deve buscar atender as exigências nutricionais, se faz necessário não só atendendo a programação fetal, porém podemos ter efeitos diretos nos índices produtivos e reprodutivos dentro de uma propriedade. A programação fetal se torna uma ferramenta para aprimorar a nutrição, atendendo os desafios nutricionais os quais nossas vacas passam por decorrer da sazonalidade na produção de forragem, por isso as estratégias nutricionais se tornam eficientes buscando potencializar a produção de bovinos de corte.

Ressaltando a importância de estudos relacionados ao tema, ainda se faz necessário uma quantidade maior de estudos que comprovem as hipóteses correlacionando o período gestacional, e a suplementação adequada, buscando sanar lacuna implícita pela demanda nutricional da gestação de fêmeas bovinas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. Beef Report: Perfil da Pecuária no Brasil 2020. [Acesso em: 2023 set 2023]. Disponível: <https://www.abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2020/>.

ARNOTT, G., D. Roberts, J. A. Rooke, S. P. Turner, A. B. Lawrence, and K. M. D. Rutherford. 2012. Board invited review: The importance of the gestation period for welfare of calves: Maternal stressors and difficult births. *J. Anim. Sci.* [acesso 01 out 2023]. Disponível em: 10.2527/jas.2012-5463.

BEERMANN, D. H., R. G. Cassens, and G. J. Hausman. 1978. A second look at fiber type differentiation in porcine skeletal muscle. *Journal Animal. Science.* 46:125–132. [acesso 12 out 2023]. Disponível em: 10.2527/jas1978.461125x.

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 body condition score: Effects on cow and calf performance. *Journal of Animal Science*, 91(11), 5485-5491. 2013. [acesso 10 nov 2023]. Disponível em: 10.2527/jas.2013-6301.

BONNET, M., Malek, C., Chilliard, Y., Picard, B., Ontogenesis of muscle and adipose tissues and their interactions in ruminants and other species. *Animal.* v. 4, n.7, p. 1093-1109, 2010. [acesso 29 set 2023]. Disponível: <https://doi.org/10.1017/S1751731110000601>.

CUSHMAN, R. A., Neel, A.K., Freetly, H.C., The impact of cow nutriente status during the second and third trimestres on age at puberty, antral follicle count, and fertility of daughters. *Livestock Science. Roman L. Hruska U.S. Meat Animal Research Center.* 277. [acesso 10 out 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.01.033>
DU, M., WANG, B., FU, X., YANG, Q., & ZHU, M.-J. Fetal programming in meat production. *Meat Science*, 109, 40–47. doi: 10.1016/ 2015. [acesso em 05 nov 2023]. Disponível em: 10.1016/j.meatsci.2015.04.010.

DU, M., Y. Huang, A. K. Das, Q. Yang, M. S. Duarte, M. V. Dodson, M.-J. Zhu,. 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. [acesso 11 ou 2023]. Disponível em: <https://academic.oup.com/>.

DU, M.; Tong, J.; Zhao, KJ; Underwood, K. R.; Zhu, m.; Ford, S. O.; Nathanielsz, P. W. Fetal programming of skeletal muscle development in ruminant animals. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 88 (E. Suppl.), p. E5-E60, 2010. [acesso 01 out 2023]. Disponível em: <https://academic.oup.com/>.

DUARTE, M.S.; Gionbelli, M.P.; Paulino, P.V.R. et al. Effects of pregnancy and feeding level on carcass and meat quality traits of Nelore cows. *Meat Science*, v.94, n.1, p.

139-144, 2015. [acesso em 12 nov 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.01.008>.

FONTES, C. A., Oliveira V, C., Siqueira J, G., Fernandes A, M., Eficiência na utilização da energia alimentar para a produção de bezerros em vacas Nelore e mestiças. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 37:1950-1959. 2008. [Acesso 13 out 2023]. Disponível em: <https://rbz.org.br/pt-br/>.

FORD, S. P.; Long, N. M. Evidence for similar changes in offspring phenotype following either maternal undernutrition or overnutrition: potential impact on fetal epigenetic mechanisms. *Reproduction, Fertility and Development*. East Melbourne, v. 24, n. 1, p. 105–111, 2012. Acesso [10 nov 2023] Disponível em: 10.1071/RD11911.

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. [acesso 05 out 2023]. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19820049/>.

GIONBELLI M, P., Duarte M, S., Filho S, C., Detmann, E., Chizzotti M.L., Rodrigues F, C., Zanetti, D., Achieving body weight adjustments for feeding status and pregnant or non-pregnant condition in beef cows. 2015 Pubmed. 10:1–19. [acesso 9 out 2023] Disponível em: 10.1371/journal.pone.0112111.

GUTIÉRREZ, V., Espasandin, A, C., Astessiano, A, L., Casal, A., López, M, C., Carriquiry, M., Calf foetal and early life nutrition on grazing conditions: metabolic and endocrine profiles and body composition during the growing phase. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. Aug;97(4):720-31. 2013. [acesso 2013]. Disponível: 10.1111/j.1439-0396.2012.01314.x

HESS, B. W. Impacto da nutrição maternal no desempenho do bezerro. In: XII Curso Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos, 2008, Uberlândia. Resumos: Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos - Corte, 2008. p. 1-14. [acesso 29 out 2023]. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/colunas/jose-luiz-moraes-vasconcelos-ricarda-santos/impacto-da-nutricao-materna-no-desempenho-do-bezerro-49420n.aspx>.

IBGE. Instituto brasileiro de geografia e estatística. Estatística da produção pecuária do Brasil, 2021. [acesso 27 set 2023]. Disponível: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria.html>.

IZQUIERDO, V. S., Silva, J. V., Palmer, E., Ranches. J., J Bittar, J. H., Santos, G. C. M., Cooke, R. F., Vendramini, J. M. B., Moriel. P., Bakery waste supplementation to late gestating *Bos indicus*-influenced beef cows successfully impacted offspring postnatal performance, *Journal of Animal Science*, Volume 101, 2023. [acesso 19 nov 2023]. Disponível: <https://doi.org/10.1093/jas/skad244>.

JANSSON, T., Powell, T. L. Role of the placenta in fetal programming: underlying mechanisms and potential interventional approaches. *Jul;113(1):1-13. Clinical science*. 2005. [acesso 29 out 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.1042/CS20060339>.

KEOMANIVONG, F. E., Camacho, L. E., Lemley, C. O., Kuemper, E. A., Yunusova, R. D., Borowicz, P. P., Kirsch, J. D., Vonnahme, K. A., Caton, J. S., & Swanson, K. C. Effects of realimentation after nutrient restriction during mid- to late gestation on pancreatic digestive enzymes, serum insulin and glucose levels, and insulin-contating cell cluster morphology. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 101(3), 589-604. 2016. [acesso 15 nov 2023]. Disponível em: 10.1111/jpn.12480.

MARQUES, R. S., Cooke, R. F., Rodrigues, M. C., Moriel, P., Bohnert, D. W., Impacts of cow body condition score during gestation on weaning performance of the Offspring., *Livestock Science* 191, 174–178. 2016. 2023. [acesso 20 nov 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2016.08.007>.

MARTIN, J. L.; Vonnahme, K. A.; Adams, D. C.; Lardy, G. C.; Funston, R. N.; Effects of dam nutrition on growth and reproductive performance of heifers calves. *Journal of Animal Science*, 85: 841-847. 2007. [acesso 14 nov 2023]. Disponível em: 10.2527/jas.2006-337.

MENTCH, S. J. & Locasale, J. W. (2016). One carbon metabolism and epigenetics: understanding the specificity. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1363(1), 91-98. [acesso 10 nov 2023] Disponível: 10.1111/nyas.12956.

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*, 93, 786-793. 2015. [acesso 15 out 2023] Disponível em: 10.2527/jas.2014-8567.

MOREIRA, E. M., Alípio, J., Neto, F., Vinicius, M., Ferraz, D. C., Rodrigues, R., Mello, C., Andrade, J. D. S., Moreira, D., Rachele, V., nunes, R., 2019. Programação fetal e efeito da suplementação pré-parto sobre o desempenho produtivo e reprodutivo da progênie. *PubVet*, 13(4), 1–7. [acesso 10 out 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v13n4a310.1-7>.

PALMER, E., Vedovatto, M., Oliveira, R. A., Ranches, J., Vendramini, J. M. B., Poore, M. G., Matins, T., M., Binelli, M., Arthington, D. J., Moriel, P., Effects of maternal winter vs. year-round supplementation of protein and energy on postnatal growth, immune function, and carcass characteristics of *Bos indicus*-influenced beef offspring. *Journal of Animal Science*, Volume 100, Issue 3, March. 2022. [acesso 13 nov 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jas/skac003>.

RADUNZ, A. E., Fluharty, F. L., Relling, A. E., Fleix, T. L., Shoup, L. M., Zerby, H. N., & Loerch, S. C. Prepartum dietary energy source fed to beef cows: II. Effects on progeny postnatal growth, glucose tolerance, and carcass composition. *Journal of Animal Science*, 90(13), 4962-4974. 2012. [acesso 15 nov 2023]. Disponível em: 10.2527/jas.2012-5098.

RAMÍREZ, M., Testa, L. M., López Valiente, S., Latorre, M. E., Long, N. M., Rodriguez, A. M., Pavan, E., & Maresca, S. Maternal energy status during late gestation: Effects on growth performance, carcass characteristics and meat quality of steers progeny.

Meat Science. 2020 164, 1-7. [acesso 01 out 2023]. Disponível em: [10.1016/j.meatsci.2020.108095](https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108095).

REIS, R.A.; RUGGIERI, A.R.; CASAGRANDE, D. R.; PÁSCOA, A.G. Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 38, p. 147-159, 2009. [acesso em 15 out 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009001300016>.

REYNOLDS, L. P., Borowicz, P. P., Caton, J. S., Crouse, M. S., Dahlen C. R., & Ward, A. K. (2019). Developmental Programming of Fetal Growth and Development. Veterinary Clinics Food Animal, 35(2), 229-247. [acesso 10 nov 2023]. Disponível: [1.0.1016/j.cvfa.2019.02.006](https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.02.006)

REYNOLDS, L. P.; Borowicz, P. P.; Yonahme, K. A.; Johnson, M. I.; Grazul-bilska, A. T.; Redmer, D. A.; Caton, J. S. Placental angiogenesis in sheep models of compromised pregnancy. Journal Physiology and Animal Nutrition, v. 565, p. 43-58, 2005. [acesso 01 out 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.1113%2Fjphysiol.2004.081745>.

ROBINSON, D, L., Cafe L. M., Greenwood, P, L. Meat science and muscle biology symposium: developmental programming in cattle: consequences for growth, efficiency, carcass, muscle, and beef quality characteristics. Journal of Animal Science. 91:1428-1442. 2013. [acesso 20 out 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5799>.

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, 2004. cap. 7 p.193-220. [acesso em 19 nov 2023]. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/148238/001001148.pdf?sequence=1>

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. [acesso 13 nov 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100055>.

SOARES, M. S.; SILVA, L. G.; FRAZÃO, O. S. Produção de bovinos de corte em sistema pasto/suplemento. Nutritime, v. 12, n. 05, 2015. Acesso em 2023. Disponível em: <https://nutritime.com.br/wp-content/uploads/2020/02/Artigo-315.pdf>.

SYMONDS, M. E., Sebert, S. P., & Budge, H. Nutritional regulation of fetal growth and implications for productive life in ruminants. Animal, 4(7), 1075-1083. 2010.[acesso 20 nov 2023]. Disponível em: [10.1017/S1751731110000479](https://doi.org/10.1017/S1751731110000479).

SILVEIRA, L. P. (2017). Suplementação mineral para bovinos. Pubvet.11(5), 489-500. [acesso 13 nov 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.22256/PUBVET.V11N5.489-500>.

TAYLOR, R. K., LeMaster, C. T., Mangrun, K. S., Ricks, R. E., & Long, N. M. Effects of maternal nutrient restriction during early or mid-gestation without realimentation on maternal physiology and foetal growth and development in beef cattle. *Animal*, 12(1), 312-321. 2018. [acesso 21 nov 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S175173111700163X>.

TEIXEIRA, F.A.; Bonomo, P.; Pires, A.J.V.; Silva, F.F.; Fries, D.D.; Hora, D.S. Produção anual e qualidade de pastagem de *Brachiaria decumbens* diferida e estratégias de adubação nitrogenada. *Acta Scientiarum: Animal Sciences*, v.33, n.3, p.241-248, 2011. [acesso 29 out 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v33i3.10194>.

TSUNEDA, P. P., Luciana K. H.Z, Júnior, M. F. D., Silva, L. E. S., Rodrigo a. D, . Motheo. T.F. Efeitos da nutrição materna. *Investigação*, 16(1):56-61, 2017. [acesso 01 out 2023]. Disponível em: <https://publicacoes.unifran.br/index.php/investigacao/article/view/1790/940>.

UEZUMI, A., Ito, t., Morikawa, D., Shimizu., N, Yoneda., T., Segawa., M. Fibrosis and adipogenesis originate from a common mesenchymal progenitor in skeletal muscle. *Journal of cell science*. 2011. V1, P.7. 2011. [acesso 14 out 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.1242/jcs.086629>.

UNDERWOOD, K. R., Tong, J. F., Price, P. L., Roberts, A. J., Grings, E. E., Hess, B. W., & Du, M. (2010). Nutrition during mid to late gestation affects growth, adipose tissue deposition, and tenderness in cross-bred beef steers. *Meat science*, 86(3), 588-593. [acesso em 25 out 2023]. Disponível em: 10.1016/j.meatsci.2010.04.008.

USDA. United States Department of Agriculture: Livestock and Poultry: World Markets and Trade. Washington DC, p.1-28, 2021. [acesso 20 set 2023] Disponível em: <https://www.usda.gov/>.

VALIM, F. R., Christina, N. S. D., Florentino, L. A., Rezende, A. V., Minerais: fatores que interferem na biodisponibilidade de macro e microminerais para fêmeas ruminantes durante o período de gestação. *Nucleus Animalium*, v.11, n.2, nov. 2019 2019. [acesso 29 out 2023] Disponível: <https://www.researchgate.net/publication/341938469>.

YAN, X., Zhu.M., Dodson.M.J., Du.M., . Developmental programming of fetal skeletal muscle and adipose tissue development. *Journal of genomics*, v. 1, p.29, 2013. [acesso 29 out 2023]. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25031653/>. [acesso 23 nov 2023]. Disponível em: 10.7150/jgen.3930.

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*, 15(8), e0237941.2020. [acesso 19 nov 2023]. Disponível em: 10.1371/journal.pone.0237941.

RESOLUÇÃO nº038/2020 – CEPE
ANEXO I

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica. A estudante Paulo Henrique dos Santos Bezerra do Curso de ZOOTECNIA, matrícula 2019.1.0027.0028-9, telefone: (62) Paulo Henrique dos Santos Bezerra, e-mail: paulo10_henrique@icloud.com na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei dos Direitos do autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado “EXPRESSÃO DE CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E REPRODUTIVAS DE PROGÊNIES GESTADAS EM DIFERENTES NÍVEIS NUTRICIONAIS” gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 15 de dezembro de 2023.

Assinatura da autora:

Nome completo da autora: Paulo Henrique dos Santos Bezerra

Assinatura do professor-orientador:

Nome completo do professor-orientador: Marcelo Fernandes dos Santos