

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

**ASPECTOS DA PROGRAMAÇÃO FETAL NA PRODUÇÃO DE BOVINOS DE
CORTE**

Acadêmico: Lucas Mascarenhas Milhomem

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Zaiden Taveira

Goiânia-GO

2023



LUCAS MASCARENHAS MILHOMEM

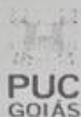


**ASPECTOS DA PROGRAMAÇÃO FETAL NA PRODUÇÃO DE BOVINOS DE
CORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Zootecnista, junto à Escola de Ciências Médicas e da Vida, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Zaiden Taveira

Goiânia-GO



LUCAS MASCARENHAS MILHOMEM

IV



**ASPECTOS DA PROGRAMAÇÃO FETAL NA PRODUÇÃO DE BOVINOS DE
CORTE**

Monografia apresentada à banca avaliadora em 16 / 06 / 2023 para conclusão da disciplina de TCC, no curso de Zootecnia, junto à Escola de Ciências Médicas e da Vida da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, sendo parte integrante para o título de Bacharel em Zootecnia.

Prof. Dr. Rodrigo Zaiden Taveira
(Orientador)

Profa. Dra. Laudiceia Oliveira da Rocha
(Membro)

Prof. Dr. Roberto Toledo de Magalhães
(Membro)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a Deus por ter me dado toda sabedoria, foco e saúde para chegar a fase em que me encontro.

Agradeço em especial a minha família, meus pais Jonasci Milhomem Rodrigues e Luciana Monteiro Mascarenhas Rodrigues, que sempre foram a minha base e nunca me deixaram desamparado durante o meu período de graduação.

Agradeço em especial, ao meu saudoso avô Geraldo Monteiro Mascarenhas, que foi um dos principais responsáveis por minha graduação, e minha avó Maria Antoneli Monteiro.

Gostaria de agradecer a minha namorada Mariana Nasser que na última fase da minha graduação foi meu apoio e ajuda nos momentos de dificuldade.

Um agradecimento especial aos meus amigos a quais sempre confio e sempre me apoiaram Lucas Zoldan Balena, Guilherme Duarte, Matheus Elias, Matheus Takechi, Italo Marinho, Arthur Maffei, Viviane Alcântara.

Agradeço também ao meu professor orientador Rodrigo Zaiden por ter me passado seu conhecimento para que eu pudesse desenvolver esse trabalho.

“O homem não teria alcançado o possível se, repetidas vezes, não tivesse tentado o impossível.” (Max Weber)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	2
2	REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1	Pecuária bovina brasileira.....	4
2.2	Desenvolvimento embrionário.....	5
2.3	Programação fetal.....	6
2.4	Principais aspectos da epigenética.....	7
2.5	Miogênese e Adipogênese.....	8
2.6	Nutrição fetal e desempenho zootécnico de bovinos de corte.....	10
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	13
4	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	14

RESUMO

A programação fetal é um assunto que desperta grande interesse na produção animal, tendo em vista o aumento da produtividade dos rebanhos que pode ser atingido pela maior compreensão dos aspectos epigenéticos, seguido pela aplicação deste conhecimento nos modelos de produção. Desta forma, objetivou-se, reunir aporte teórico, via revisão da literatura, acerca dos principais aspectos da programação fetal na produção de bovinos de corte. Pode ser percebido que o ambiente intrauterino, especialmente dado pela nutrição recebida pelas fêmeas durante o período gestacional, pode contribuir, de forma bastante significativa, nos índices zootécnicos futuros dos animais, exercendo influência no potencial de ganho em peso, nas características de carcaça e nos aspectos reprodutivos dos bovinos. A deficiência nutricional para o feto durante sua gestação pode impactar o pleno desenvolvimento na vida futura, contribuindo para baixos desempenhos dentro dos rebanhos e, muitas vezes, levando ao descarte destes animais que, embora tivessem bom potencial genético, não tiveram oportunidade de manifestá-lo.

Palavras-chave: Epigenética; Miogênese e adipogênese; Nutrição materna.

Abstract:

Fetal programming is a subject that arouses great interest in animal production, in view of the increase in herd productivity that can be achieved by a greater understanding of epigenetic aspects, followed by the application of this knowledge in production models. Thus, the objective was to gather theoretical support, via literature review, about the main aspects of fetal programming in the production of beef cattle. It can be noticed that the intrauterine environment, especially given by the nutrition received by the females during the gestational period, can contribute, in a very significant way, to the future zootechnical indices of the animals, influencing the potential for weight gain, carcass characteristics and reproductive aspects of cattle. Nutritional deficiency for the fetus during pregnancy can impact its full development in future life, contributing to low performance within herds and often leading to the discard of these animals that, although they had good genetic potential, did not have the opportunity to express themselves.

Keywords: Epigenetics; Myogenesis and adipogenesis; Maternal nutrition.

1. INTRODUÇÃO

Grande parte do produto interno brasileiro (PIB) advém da agropecuária, o que representa grande impacto na economia. O setor agropecuário contribuiu com R\$ 116.479 milhões para o PIB do país no 4º trimestre de 2022. Em relação ao rebanho de bovinos, o efetivo nacional encontra-se em torno de 224.602.112 cabeças (IBGE, 2021). Tendo em vista toda essa representatividade na economia brasileira, os setores agropecuários, especialmente a bovinocultura, vêm investindo cada vez mais em tecnologia, para alcançar grandes resultados qualitativos e grande produtividade.

Num cenário cada vez mais competitivo, a pecuária de corte busca estratégias para promover melhorias nos índices de desempenho dos rebanhos. A pecuária, apesar de contar com menos investimento que a agricultura, tem alcançado grande patamar de desenvolvimento, com o uso de diferentes técnicas. Entre estas, destaca-se a programação fetal que também é conhecida como programação do desenvolvimento, se consiste em estimular a matriz através da dieta fornecida sobre o desempenho e desenvolvimento do feto, esse estímulo se dá através do ambiente intrauterino por meio de mecanismos epigenéticos (MOREIRA, 2019).

Por tempos se acreditava que os genes eram os únicos encarregados por passar características biológicas para as progênes. No entanto, a epigenética aborda modificações genômicas que são passadas para próximas gerações e não alteram a sequência do DNA. As mudanças epigenéticas que são adquiridas na vida do organismo, podem ser passadas as suas progênes, isso depende apenas das mudanças químicas e em proteínas que fazem parte meio do DNA. Diversas evidências e estudos científicos demonstram que hábitos e o ambiente em que o organismo se envolve podem modificar o funcionamento de seus genes (FANTTAPIÉ, 2013).

A nutrição materna durante a gestação é capaz de promover melhor eficiência produtiva da progênie, especialmente em sistemas de produção mais

intensivos. A progênie possui seu organismo capacitado para promover o metabolismo de quantidades maiores de nutrientes da dieta, tendo em vista a maior produção pancreática de insulina e o maior número de receptores GLUT-4 presentes nas células alvo responsáveis da glicose sanguíneas. Estas adaptações na fisiologia são determinantes para a capacidade produtiva da progênie na vida adulta (KLEIN et al., 2021).

De acordo com HESS et al. (2013), durante o período fetal e após o nascimento, o animal pode sofrer alterações na sua estrutura reprodutiva, considerando testículos, ovários e glândula mamária, tendo em vista os efeitos da epigenéticas. Estas mudanças irão influenciar e provocar distúrbios no animal na idade reprodutiva.

O desempenho dos bovinos na fase adulta pode ser influenciado pela nutrição materna, desta forma, a vaca passa a exercer influência no desempenho futuro de sua progênie desde o período gestacional, sendo que a adipogênese ocorre principalmente no terço final da gestação e a restrição de nutrientes nessa fase prejudica o marmoreio da carne, além de reduzir a hipertrofia muscular (DU et al., 2010).

Tendo em vista o exposto, objetivou-se por meio de uma revisão de literatura, discorrer sobre a influência da programação fetal no desempenho de bovinos de corte em suas várias fases de produção.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Pecuária bovina brasileira

No ano de 2017, o Brasil apresentava cerca de 159,49 milhões em 2017 milhões de hectares de pastagens cultivadas, o que configurou decréscimo de área quando comparado ao ano de 1996 (IBGE,2017). No que diz respeito a pecuária na região do Cerrado, no final dos anos 60 e início dos anos 70 alguns fatores contribuíram para seu desenvolvimento, especialmente a introdução de capins do gênero das *Brachiárias* e criação da Embrapa. Com isso, ocorreu aumento no número de UA/ha e trabalhos de melhoramento genético animal, melhoria do manejo do rebanho e desenvolvimento de novas tecnologias (EUCLIDES FILHO, 2007).

A cobertura de pastagem e sua ingestão exerce influência direta no ganho em peso. Desta forma, em momentos mais sensíveis na mudança de massa da forragem, o erro de manejo o também de dimensionamento de pastagem irá promover impactos no desempenho dos animais (BLASER, 1988).

O Brasil se encontra em ascensão no que diz respeito a produtividade de carne bovina, com aumento estimado de 2,9% conforme a Companhia nacional de abastecimento. Este aumento deve proporcionar acréscimo de 5% nas vendas de carne para o mercado externo e pequena elevação no consumo per capita de carne em 2023 (FORBES, 2022).

Com o mercado se comportando com margens cada vez mais apertadas, o produtor está se moldando a manter uma alta produtividade e com um produto de qualidade. Visto isso, sempre se faz necessário aliar-se a as tecnologias do cenário, essas tecnologias vêm aliadas a uma boa gestão de índices zootécnicos, que são os responsáveis do crescimento acentuado da pecuária. Só se capacidade de gerenciar aquilo que é medido e estabelecido, pois, o acompanhamento de dados e informações do rebanho ajuda em uma boa tomada de decisão, impactando diretamente na lucratividade da atividade

(XAVIER, 2019).

De acordo com GOMES (2022), a melhoria da produtividade está diretamente ligada aos índices zootécnicos, entre eles destacam-se: ganho médio diário; índice de conversão alimentar; eficiência biológica; rendimento de carcaça; ganho médio de carcaça.

2.2 Desenvolvimento embrionário

De acordo com REYNOLDS et al. (2019), a nutrição das fêmeas gestantes pode exercer influência na formação e desenvolvimento dos órgãos e demais sistemas que compõem o organismo. Durante a formação da progênie em meio ao desenvolvimento intrauterino são divididos em dois períodos, quando grande parte dos sistemas são formados o período embrionário, e o fetal que basicamente é quando ocorre o desenvolvimento e maturação dos órgãos, e quando ocorrem a miogênese e adipogêneses (HYTTEL et al., 2012).

Conforme DU et al. (2010), durante o primeiro terço da gestação ocorre a formação de pequeno número de fibras musculares, o que torna a nutrição da fêmea de baixa efetividade para a formação da musculatura esquelética neste momento. No entanto, este fato não se aplica ao terço final da gestação.

As influências do desenvolvimento do feto sobre o desenvolvimento da progênie devem ser enxergadas ao longo da vida e produção, que é variável de acordo com o destino de produção, por exemplo: Animais destinados a produzir carne têm vida mais curta, muitas vezes até de meses ou animais destinados a reprodução que tem o período de produção de anos. E os impactos do desenvolvimento embrionário equivocado podem refletir na vida e produção (RODRIGUES, 2019).

De acordo com Godfrey & Barker (2000), as vacas descendentes de matrizes que passaram por algum tipo de subnutrição durante o período da gestação, mostraram baixo desenvolvimento e produtividade, além disso, encontravam-se mais suscetíveis a doenças, inclusive as metabólicas.

De acordo com TSUNEDA (2017), após o início da gestação, ocorre a formação de vasos sanguíneos que entregam oxigênio e nutrição que são necessárias para o desenvolvimento embrionário. Relata que apenas a

nutrição e suplementação de proteína e energia não promove benefícios suficientes para a cria, devendo-se optar por uma suplementação mais completa de específicos macronutrientes. Jansson e POWELL (2007) registram que a nutrição materna influencia os transportadores e o desenvolvimento fetal, modificando as taxas de insulina, IGF-I e leptina, que são agentes regulatórios de transporte de nutrientes via transplacentários.

A translocação sanguínea via placenta é fundamental durante a gestação, já que o feto apresenta o crescimento acelerado durante o terço final da gestação e requer aporte nutricional e de oxigênio. Visto isso, má formação dos vasos durante o terço inicial podem ser determinantes no desenvolvimento do feto, mesmo que durante o resto da gestação a nutrição seja reestabelecida (VONNAHME et al., 2007). No que diz respeito ao fornecimento de nutrientes ao feto, FUNSTON et al. (2010) relatam que ocorre conexão das membranas da placenta com as carúnculas por meio dos cotilédones, o que forma a placetoma, que é a área em que ocorrem as trocas entre a matriz e o feto, sendo gradativamente vascularizada.

O sistema útero-placentário exerce uma função essencial no processo de desenvolvimento do feto, sendo a placenta o órgão mais importante, já que se encontra responsável pela regulação do metabolismo e passagem de nutrientes que são essenciais para o desenvolvimento do feto (SILVA et al., 2012).

2.3 Programação fetal

A programação fetal é o conceito que considera que um estímulo materno ou lesão ocorrida num período sensível do desenvolvimento fetal pode acarretar efeitos ao longo prazo na saúde e na eficiência do crescimento de um indivíduo após seu nascimento (HESS, 2018). O meio nutricional proporcionado ao feto em formação, exerce efeitos a longo prazo sobre a formação do corpo e saúde do bezerro (SYMONDS et al., 2010).

No período de gestação, durante as fases iniciais, diversos momentos críticos para o desenvolvimento do feto acontecem, entre eles:

desenvolvimento placentário, estabelecimento das funções uteroplacental, diferenciação celular e formação de tecidos e órgão (REYNOLDS et al., 1995)

De acordo com FORD E LONG (2012) a desnutrição e a hiper nutrição materna podem induzir casos de anormalidades em órgãos e tecidos, além de alterações metabólicas pós-parto na prole. Em gestações com super nutrição ou com subnutrição, o feto enfrenta um momento de restrição dos nutrientes, o que, é consequência das alterações na distribuição placentária de nutrimento para compartilhamento do feto.

GODFREY E BARKER (2000) relatam que em casos de transferência de embriões, que a mãe receptora tem maior influência sobre o desenvolvimento do feto, implica que um feto transferido para um melhor ambiente uterino alcançara maior tamanho aonascimento.

No que diz respeito a influência dos aspectos hormonais sobre a programação fetal, PAVLOVIC et al. (2012) relatam que hormônios como cortisol e cortisona se encontram associados à diversos processos morfofisiológicos, entre eles: reações a estímulos estressantes; processos inflamatórios e sistema imunológico. Ocorre influência direta na reprodução, tendo em vista que o organismo permanece em elevado estado de alerta, direcionando energia e causando exaustão. Além disso, relatam que são capazes de exercer influência direta no sistema metabólico dos animais e a resposta ao estresse, o que favorecem a glicogenólise, lipólise e proteólise.

Estudos desenvolvidos por UNDERWOOD et al. (2010) com vacas em pastagens nativa e melhorada com maior qualidade nutricional, demonstraram que as progênie que estavam com as mães nas pastagens melhoradas apresentaram melhor desempenho em ganho em peso na terminação e deposição de gordura na carcaça.

2.4 Principais aspectos da epigenética

O termo epigenética é proveniente do grego e diz respeito ao estudo das mudanças nas funções dos genes sem alteração nas bases adenina, guanina, citosinae timina, que são as ligações de base do DNA. A epigenia é definida como mudançasnno genoma que são herdadas pela progênie, contudo, sem

alterar a sequência do DNA. Durante muitos anos se pensava que os genes eram os únicos que poderiam passar características biológicas da matriz para a prole. No entanto, sabe-se que variações no meio genético adquiridas na vida de um organismo possivelmente serão passadas para a progênie (FANTTAPIE, 2013).

De acordo com LOBATO et al. (2016), no início do século XXI se desenvolveu a hipótese em que as progênies com baixo desempenho e desnutrição passaram por adaptação no ambiente uterino, com intuito de economizar energia. A hipótese da programação e nutrição fetal diz que além de influenciar na produtividade, modula o controle fisiológico e a homeostase, podendo trazer maior susceptibilidade a doenças que não são transmissíveis ao longo da vida. A epigenética estuda as alterações hereditárias na expressão genética que não implicam em alterações na sequência de ADN subjacente, ou seja, trata de alterações no fenótipo e não do genótipo do animal, percebendo-se somente afetada a forma como as células leem os genes (BAREA e MIRAS, 2019).

A possibilidade de manipulação de padrões epigenéticos por fatores externos, entre eles a nutrição e o manejo podem-se apresentar como uma importante ferramenta para a produção animal, o que irá favorecer determinados epigenótipos relacionados a resistência a doenças, longevidade e produção, entre outros (FRANCO, 2017).

2.5 Miogênese e Adipogênese

A miogênese é um processo que começa a acontecer depois do primeiro mês da gestação, e vai até em torno do terceiro mês da gestação, e a segunda miogênese inicia após o segundo mês e vai até meados do oitavo mês. Porém, a hipertrofia é mais acentuada durante o terço final da gestação. Os miócitos, adipócitos e fibroblastos partilham do mesmo fornecimento de nutrientes e fatores de crescimento do feto (DU et al., 2010).

Em seu estudo, Yan et al. (2013) relatam que até mesmo as células que já apresentaram uma designação não podem ser consideradas células musculares. Elas devem ser classificadas como células progenitoras

miogênicas, as quais após a diferenciação serão responsáveis pela formação dos miócitos e células satélites.

O tecido muscular esquelético é formado por miócitos, que são as células miogênicas. Adipócitos, que são as células adipogênicas e fibroblastos, que são as células fibrogênicas. Essas células são advindas de uma mesma célula progenitora, e suas diferenciações ocorrem durante o período gestacional

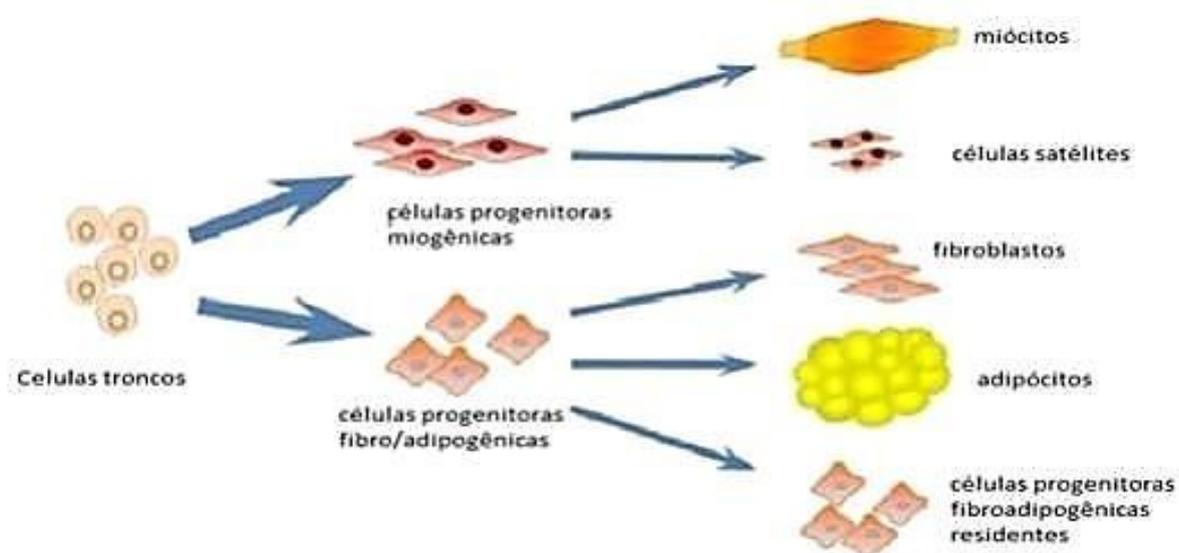


Figura 1: Células progenitoras divergindo nas linhagens miogênica e fibroadipogênica.

Fonte: DU et al. (2013).

CASTILHO E FERNANDES (2021) relatam que o estágio do crescimento e desenvolvimento fetal é crucial para o desenvolvimento do músculo esquelético, tecido adiposo e conjuntivo, já que após o nascimento não ocorre aumento no número de fibras musculares, apenas hipertrofia das miofibras já existentes para a produção de carne.

Algumas circunstâncias podem afetar a produção de carne, já que grande parte das fibras musculares do feto são formadas no período entre o segundo e o oitavo mês de gestação, o que é diferente dos ossos e tecido adiposo, que em conjunto com o tecido muscular esquelético formam a carcaça. A musculatura é limitada ao crescimento hiperplásico, ou seja, o aumento de células ocorre por divisão celular, limitado a fase fetal, enquanto o desenvolvimento muscular pós-natal só

acontecerá pela hipertrofia, caracterizada pelo aumento do tamanho das fibras já desenvolvidas (NASCIMENTO, 2018).

Nos bovinos a formação de tecido adiposo começa em meados da gestação aliado com a miogênese secundária (FEVE, 2005).

A quantidade de fibras musculares é definida até no segundo terço da gestação, enquanto o número de adipócitos não tem definição durante a vida, contudo, o maior desenvolvimento de tecido adiposo em determinadas áreas do corpo é percebido na fase de pré-nascimento até após o nascimento. O tecido adiposo possui duas fases de ganho, assim como o tecido muscular, via adipogênese e hipertrofia, no entanto, ocorrem a partir do trimestre final da gestação e ocorrem até mesmo após o nascimento (BONNET et al., 2010).

De acordo com DU (2013), os tecidos adiposos apresentam uma ordem de desenvolvimento, sendo: visceral, subcutâneo, cobertura e intramuscular. Contudo, relata que após certo período de hiperplasia, os adipócitos também sofrem hipertrofia, o que irá influenciar no armazenamento de gordura.

De acordo com Andrade (2017), o acréscimo de até 20% de energia na dieta não promoveu melhoria de desempenho em ruminantes, tampouco trouxe melhorias nas características qualitativas da carcaça dos animais.

As progênes que provenientes de gestação em que as suas mães tiveram 50% das exigências diárias supridas, apresentam menor número de fibras musculares do que aquelas que foram advindas de gestações que suas mães passam por tratamento com 150% da exigência (QUIGLEY et al., 2004).

2.6 Nutrição fetal e desempenho zootécnico de bovinos de corte

A deficiência e restrição de nutrientes em algumas fases específicas da gestação exerce efeitos negativos na progênie desde seu nascimento e por toda sua vida produtiva. Estes efeitos são: déficit na eficiência placentária; menor peso do feto; aumento da morbidade; mortalidade pós-parto; disfunção em órgãos; crescimento retardado, alterações na qualidade da carne; mudanças no metabolismo que se associam a deposição de carne. Essas e outras

consequência que podem causar decréscimo nos índices zootécnicos tornando a pecuária inviável (NEPEC, 2018).

Em relação ao desempenho observado em sistemas de confinamento, os estudos de Nascimento (2018) perceberam que os filhos de matrizes suplementadas, apresentam desempenho maior em sistema de confinamento, cerca de 138 gramas a mais por dia, em comparação a progênes de mães que não tiveram ajustes em sua nutrição.

De acordo com Nascimento et al. (2018) dentre os efeitos da restrição nutricional em fases específicas da gestação têm-se: redução da eficiência placentária e diminuição do peso fetal, aumento da morbidade e mortalidade neonatal, disfunção de órgãos específicos, retardamento do crescimento pós-natal, alterações na qualidade da carne, alterações endócrinas metabólicas negativas tendo em vista a deposição de carne, entre outras consequências que podem reduzir a rentabilidade com a pecuária de corte.

Tendo em vista a relação da maior eficiência produtiva com a menor idade ao abate da progênie, Klein et al. (2021) relatam haver associação com a melhor nutrição materna durante a gestação, já que estes indivíduos possuem formação fetal adequada e, portanto, apresentam maior capacidade metabólica dos nutrientes em sistemas intensivos de produção que possuem como objetivo o máximo desempenho animal.

O balanço energético negativo é um dos principais fatores no quesito nutrição que apresenta relação direta com a reprodução, já que quando o animal tem ingestão de nutrientes menor do que a exigida, passa a usar a energia acumulada no corpo, tais como glicogênio, triglicerídeos ou proteína (SANTOS, 2021).

De acordo com Machado (2021) a nutrição fetal ocorrida no terço médio e final da gestação e na fase de cria durante os primeiros meses de vida, é fundamental importância para que ocorra a produção de células dos adipócitos. Estes que, sofrerão hipertrofia e formarão a gordura de cobertura, denominada subcutânea e a gordura intramuscular ou de marmoreio, o que irá proporcionar qualidade à carcaça bovina.

As progênes de matrizes que receberam dieta em que os níveis de exigências diárias foram maiores além de maior ganho de peso durante

terminação, foram as carcaças que mais apresentaram nível de marmoreio e gordura de cobertura (ZAGO et al., 2020).

No que diz respeito as influências da nutrição durante a gestação sobre os aspectos reprodutivos dos rebanhos, Santos et al. (2022), registram que em que anovilhas nascidas de vacas que receberam suplementação durante a gestação apresentaram maior taxa de prenhez. Além disso, relatam que um estudo observou que a programação fetal possibilitou que maior número de vacas alcançasse a maturidade sexual antes da primeira estação de monta quando a matriz foi suplementada no terço final da gestação.

Considerando as biotécnicas de reprodução assistida, Franco e Antunes (2019) comentam que o melhor conhecimento e entendimento da população de mRNAs e proteínas, reprogramação epigenética e toda a regulação gênica que acontece durante a ovogênese, foliculogênese e embriogênese, maiores serão as chances de desenvolvimento de sistemas de produção de embriões mais eficientes.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A programação fetal desempenha papel importante e decisivo na determinação da expressão do potencial genético, com influências no desempenho futuro de bovinos de corte. A qualidade do ambiente de criação dos animais e a nutrição intrauterina, podem exercer efeitos duradouros na expressão do DNA, com vistas ao crescimento de importantes tecidos no pré e pós-parto.

As modificações que ocorrem no DNA, são capazes de promover efeitos na determinação de características fenotípicas, como o desenvolvimento da musculatura, qualidade da carne, adaptação a ambientes e até mesmo que diz respeito aos aspectos sanitários, como a menor susceptibilidade à doenças.

As modificações epigenéticas podem ocorrer em diferentes estágios da vida do bovino, como na fase fetal, recém-nascido, fase jovem e adulta, e podem ser transmitidas de forma subsequente ao longo das gerações.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, N. **Nutrição de ovelhas em gestação e repercussão na produção de cordeiros: programação fetal.** 2017. Disponível em:<http://hdl.handle.net/11449/150476> . Acesso em: 20/06/2023.
- ALVES, R.T. **Cerrado: Uso eficiente de corretivo e fertilizantes em pastagens.** EMBRAPA CERRADOS, 1 ed. MAPA. Planaltina, DF, 2007.
- BAREA, R; MIRAS, S.P. **Epigenética em porcas: a função de oligoelementos quelatados no desenvolvimento da descendência.** Disponível em: https://www.3tres3.com.pt/artigos/epigenetica-em-porcas-uso-de-elementos-quelatados_11922/. Acessado em: 26/05/2023.
- BLASER, R.E. Pasture-animal management to evaluate plants and to develop forage systems.SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGE, Piracicaba. **Anais**, 1988.
- BONNET, M. MALEK, C. I. CHILLIARD, Y. PICARD, B. Ontogenesis of muscle and adipose tissues and their interactions in ruminants and other species. **Animal**, V.4, Edição 7, 2010.
- CASTILHO, V.A.R.D.; FERNANDES, A.R.M. Nutrição materna e o crescimento e desenvolvimento fetal. Editora: Científica digital. **Inovações na nutrição animal: desafios da produção de qualidade.** 2021.
- DU, M., TONG, J., ZHAO, J., UNDERWOOD, K. R., ZHU, M., FORD, S. P., & NATHANIELSZ, P. W. (2010). Fetal programming of skeletal muscle development in ruminant animals. **Journal of Animal Science**. Acesso em: <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5670>.
- Du, M., Huang, Y., Das, A. K., Yang, Q., Duarte, M. S., Modson, M. V., & Zhu, M. J. Manipulating mesenchymal progenitor cell differentiation to optimize performance and carcass value of beef cattle. **Journal Animal Science**, 2013
- FANTTAPIÉ, M., Epigenética e Memória Celular. **Revista carbono.** N.03, Dossiê

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.

FORBES. **Conab vê aumento do abate de bovinos em 2023 e 1º avanço na produção de carne em 5 anos.** Disponível em: <https://forbes.com.br/forbesagro/2022/08/conab-ve-aumento-do-abate-de-bovinos-em-2023-e-1o-avanco-na-producao-de-carne-em-5-anos/>. Acessado em: 24/04/2023.

FRANCO, M.M. Epigenética no melhoramento genético e reprodução animal. ISSN 1022-1301.. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**. 2017.

FRANCO, M.M.; ANTUNES, R.C. **Controle epigenético da gametogênese e embriogênese inicial.** Programa de pós-graduação em ciências veterinárias. Universidade Federal de Uberlândia. 2019 Disponível em: <http://www.ppgcv.famev.ufu.br/projetos-de-pesquisa/control-epigenetico-da-gametogenese-e-embriogenese-inicial>. Acessado em 26/05/2023.

FEVE B. Adipogenesis: cellular and molecular aspects. **Best Pr Res Clin Endocrinol Metab**, 2005.

FUNSTON, R. N et al. Effects of maternal nutrition on conceptus growth and offspring performance: Implications for beef cattle production. **Journal of Animal Science**, v. 88, n. 13 supplement, 2010.

GOMES, I. **Índices Zootécnicos considerados no confinamento**, 2022 Disponível em: <<https://zootecniabrasil.com/2022/05/31/indices-zootecnicos-considerados-no-confinamento/>> Acessado em : 24/04/2023

GODFREY, K, M.; BARKER, D. J. P. Fetal nutrition and adult disease. **The american journal of clinical nutrition**, v.71, n.5, 2000.

IBGE. **Rebanho bovinos bois e vacas.** 2021 Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/bovinos/br>. Acessado em 24/04/23

HESS, B. W. Impacto da nutrição materna no desempenho do bezerro. **Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos.** XII curso novos enfoques na produção e reprodução de bovinos. 2018.

HYTTEL, P.; SINOWATZ, F.; VEJLSTED, M. **Embriologia veterinária.**, 2012.

JANSSON, T.; POWELL, T. L. Role of the placenta in fetal programming: underlying mechanisms and potential interventional approaches. **Clinical Science.** 113(1):1-13. 2007.

KLEIN, J. L., ADAMS, S. M., ALVES FILHO, D. C., BRONDANI, I. L., PIZUTTI, L. A. D., ANTUNES, D. P., POLETTO, V., KARSTEN, M. S., BEM, P. H. T., MELLO, D. A. S. Programação fetal e as consequências no desenvolvimento da progênie- uma revisão. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v.10, n.12, 2021.

LOBATO, J. C. P. COSTA, A.J.L. KALE, P. L. CAVALCANTI, M. L. T. KUSCHNIR, M. C. C. VELARDE, L. G. C. NÓBREGA, A. C. L. OLEJ, B. DUARTE, L. B. SZKLO, M. Fetal programming and metabolic abnormalities: design of a case-control study. **Revista Brasileira de Epidemiologia.** 2016.

MACHADO, M. **Relação entre programação fetal e qualidade de carcaça.** 2021 Disponível em: <https://www.irancho.com.br/relacao-entre-programacao-fetal-e-qualidade-de-carcaca/>. Acessado em: 26/05/2023.

MOREIRA, E. M., NETO, J. A. F., JUNIOR, M. V. C., MELLO, R. R. C., ANDRADE, J. S., SILVA, G. M., NUNES, V. R. R. Programação fetal e efeito da suplementação

pré-parto sobre o desempenho produtivo e reprodutivo da progênie. **Pubvet**, v. 13 n. 04, 2019.

MORTARI, I. FERNANDES, C. A. MECIANO, G. POLIZEL, G. H. GARCIA, P. N. SANTANA, A. H. M. **Efeito da programação fetal sobre a morfologia de bezerros da raça nelore**, 2019.

NASCIMENTO, K.B. FARIA, A, M. DUARTE, M. S. GIONBELLI, M. P. **Efeitos da suplementação proteica materna durante o terço médio da gestação sobre o desempenho, metabolismo e fisiologia da progênie**.2018. Disponível em : www.nucleodeestudos.ufla.br/nepec/concluidos/

NEPEC, **Programação fetal e o desempenho do gado de corte**. Disponível em: <https://portaldbo.com.br/programação-fetal-e-o-desempenho-do-gado-de-corte/>. 2018.

PAVLOVIC, R.; CHIESA, L.; SONCIN, S.; PANSERI, S.; CANNIZZO, F. T.; BIOLATTI, B.; BIONDI, P. A. Determination of cortisol, cortisone, prednisolone and prednisone in bovine urine by liquid chromatography-electrospray ionization single quadrupole mass spectrometry. **Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies**, v. 35, 2012.

REYNOLDS, L.P., REDMER, D. A. Utero-placental vascular development and placental function. **Jurnal Animal Sci**.1995.

RODRIGUES, L. DA S. Universidade Federal De Santa Maria Centro De Ciências Rurais Programa De Pós-Graduação Em Zootecnia Programação Fetal: Impactos Da **Varição De Peso Da Vaca Gestante Sobre Sua Progênie**, 2019.

SANTOS, G.E.C.; OLIVEIRA, N.S.D.; MENDONÇA, R.F.D. **Programação fetal e seus efeitos para a pecuária atual**. 2022 Disponível em: <https://www.coimma.com.br/blog/post/programacao-fetal-e-seus-efeitos-para-a-pecuaria>. Acessado em: 26/05/2023.

SILVA, B.C. et al. Influência da nutrição materna no crescimento da placenta e do feto em vacas Nelore gestantes. **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 2012, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2012.

SANTOS, F, F DOS. **Nutrição energetica de ovelhas e implicações na reprodução e programação fetal**. 2021. Disponível em : repositorio.usp.com.br

SYMONDS, M. E., SEBERT, S. P., & BUDGE, H. Nutritional regulation of fetal growth and implications for productive life in ruminants. **Animal**, 2010.

TSUNEDA, P. P., LUCIANA K. HATAMOTO-ZERVOUDAKIS, JÚNIOR, M. F. D., SILVA, L. E. S., RODRIGO A. DELBEM, & DRA. TATHIANA F. MOTHEO. Efeitos da nutrição materna. **Investigação**, 16(1):56-61, 2017.

UNDERWOOD, K. R. TONG, J. F. PRICE, P. L. ROBERTS, A. J. GRINGS, E. E. HESS, B. W. MEANS, W. J. DU, M. Nutrition during mid to late gestation affects growth, adipose tissue deposition, and tenderness in cross-bred beef steers. **Meat Science**. v. 86, n. 3, 2010.

VONNAHME K.A., ZHU M.J., BOROWICZ P.,P. GEARY T. W., HESS B. W., REYNOLDS L. P. , CATON J. S., SIGNIFICA W. J., FORD S. P. . Effects of early gestational undernutrition on angiogenic factor expression and vascularity in the bovine placentome. **Journal of Animal Science**, 2007.

XAVIER, M. **Índices zootécnicos: O que são, como medir e qual o benefício?** PRODAP,2018 Disponível em:<<https://blog.prodap.com.br/o-que-sao-como-medir-indices-zootecnicos/>> Acessado em: 28/04/23

YAN, Xu et al. Developmental programming of fetal skeletal muscle and adipose tissue development. *Journal of genomics*, v. 1, p. 29, 2013.



PONTIFÍCA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
 PRO-REITORIA DE DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL
 Av. Universitária, 1000 | Casa Universitária
 Caixa Postal 61 | CEP 74065-010
 Goiânia | Goiás | Brasil
 Fone: (52) 3445.3081 ou 3089 | Fax: (52) 3246.3080
 www.pucgoias.edu.br | proreitoria@pucgoias.edu.br

RESOLUÇÃO nº 038/2020 - CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante: Lucas Maxarombos Milhomem
 do Curso de Zootecnia, matrícula 20181002202397, telefone: (41) 981580001
 e-mail lucamaxarombos@pucgoias.edu.br, 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 Aspectos da responsabilidade social na produção científica
 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 (WAV, MP3, AAC, AIFF, SND); Video (MPEG, MOV, 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, 26.10.2023.

Assinatura do(s) autor(es): Lucas M. Milhomem

Nome completo do autor: Lucas Maxarombos Milhomem

Assinatura do professor-orientador: Rodrigo Zanolini Taveira

Nome completo do professor-orientador: Rodrigo Zanolini Taveira