

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE ENGENHARIAS, CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

MARCOS OTÁVIO SANTOS

PROGRAMAÇÃO FETAL E DESENVOLVIMENTO PRÉ E PÓS - NATAL DE
BOVINOS DE CORTE

PONTA GROSSA

2021

MARCOS OTÁVIO SANTOS

PROGRAMAÇÃO FETAL E DESENVOLVIMENTO FETAL E PÓS - NATAL DE
BOVINOS DE CORTE

Trabalho de conclusão de curso para
obtenção do título de graduação em
zootecnia pela Universidade Estadual de
Ponta Grossa

Orientadora: Profa. Dra. Fabiana Alves de
Almeida

PONTA GROSSA

2021

Folha de Aprovação

Aos meus pais, Marisa e Marcos, por toda dedicação, incentivo, educação, amor e carinho. Por sempre me mostrarem os valores e os caminhos para me tornar quem sou.

A minha família que sempre me apoiou e me incentivou.

DEDICO...

Agradecimentos

À Universidade Estadual de Ponta Grossa pela formação profissional dada.

A Profa. Dra. Fabiana Alves de Almeida pela orientação, paciência e ensinamentos.

A todos os professores do Departamento de Zootecnia pelos conhecimentos repassados, e contribuições para minha formação.

Aos meus colegas de graduação.

A todos que me apoiaram ao longo dessa jornada.

A vocês,

Obrigado.

RESUMO

A programação fetal, também conhecida como programação neonatal, programação lactacional, programação gestacional, programação do desenvolvimento ou desenvolvimento fetal, é o termo utilizado para se referir ao ambiente uterino, o qual durante a gestação é a única fonte de nutrientes para o feto que ali se desenvolve. Vários fatores podem comprometer este período neonatal, entre eles destaca-se a subnutrição da matriz. Sabe-se que os cuidados com o manejo nutricional da fêmea não devem ocorrer apenas no terço final de gestação, onde de fato ocorre o maior aumento de tamanho do feto. Mas também nos terços iniciais e médios da gestação, período em que acontece processos importantes, como: o desenvolvimento dos órgãos vitais, formação da placenta, a gênese e a hiperplasia de fibras musculares do feto. Diante disso, a subnutrição da matriz durante a gestação pode afetar as características produtivas e reprodutivas da prole após o nascimento, além de torná-los mais propensos a doenças. Por estes motivos, foi considerado de grande importância a realização de uma revisão bibliográfica a respeito de possíveis efeitos da programação fetal sobre as características produtivas e reprodutivas de bovinos de corte.

Palavras – chave: bezerro; cria; nutrição; vaca

ABSTRACT

Fetal programming, also known as neonatal programming, lactational programming, gestational programming, developmental programming or fetal development, is the term used to refer to the uterine environment, which during gestation is the only source of nutrients for the fetus developing there. Several factors can compromise this neonatal period, among them the malnutrition of the cow. It is known that the care with the nutritional management of the female should not occur only in the final third of gestation, where in fact occurs the greatest increase in fetal size, but it is in the initial thirds of gestation that important processes occur, such as: the development of vital organs, placenta formation, the genesis and hyperplasia of fetal muscle fibers. Therefore, malnutrition of the dam during gestation can affect the productive and reproductive characteristics of the offspring after birth, besides making them more prone to diseases. For these reasons, it was considered of great importance to carry out a literature review regarding the possible effects of fetal programming on the productive and reproductive characteristics of beef cattle.

Keywords: calf; cow; nutrition; raises

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 - CÉLULAS PROGENITORAS MESENQUIMAIS DIVERGINDO NAS LINHAGENS MIOGÊNICA E FIBRO/ADIPOGÊNICA DURANTE A FORMAÇÃO CELULAR FETAL	21
FIGURA 02 - EFEITO DA NUTRIÇÃO MATERNA NO DESENVOLVIMENTO DO MÚSCULO ESQUELÉTICO FETAL BOVINO	23

LISTA DE ABREVIATURAS

ECC - Escore de Condição Corporal

GS - Receberam Suplementação

NS - Nenhuma Suplementação

WNT - *Wingless and integration*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISAO DE LITERATURA	13
2.1 Cenário Brasileiro da Bovinocultura de Corte	13
2.2 Nutrição da Vaca de Cria	14
2.2.1 Programação Fetal	17
2.2.2 Influência da Nutrição da Vaca na Organogênese Fetal	19
2.2.3 Influência da Nutrição da Vaca no Desempenho da Progênie	21
2.2.3 Influência da Nutrição da Vaca na Vida Reprodutiva da Novilha	26
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	28

INTRODUÇÃO

Nas perspectivas futuras a população mundial deverá alcançar 9,8 bilhões de pessoas em 2050 e o consumo de alimentos acompanhará gradativamente este aumento (FAO, 2018). Dentre esses alimentos, está a carne, que deve ter o consumo aumentado cerca de 1,6% ao ano, durante o período de 2015 – 2024 (SAATH; FACHINELLO, 2018).

O Brasil possui o maior rebanho comercial do mundo, com aproximadamente 214,9 milhões de bovinos (IBGE, 2020), se consolidando como o maior exportador de carne bovina, com 14,4%, ou seja, 2,2 milhões de toneladas (FAO, 2018). Mesmo com estes títulos, a pecuária brasileira ainda está muito atrás de seu maior concorrente em relação às taxas produtivas, gafes tecnológicas e sanitárias. Além disso, nas últimas décadas houve aumento significativo nas áreas destinadas a produção de grãos, além, principalmente da maior produtividade, o que acaba exigindo alta produtividade da pecuária, caso contrário, há perda de espaço para outras atividades agrícolas (IBGE, 2020). Somado a isso, há o fato de a bovinocultura mundial estar passando por mudanças nos últimos anos, principalmente no que diz respeito à preservação ambiental. Sendo que, não muito distante, mercados como o Europeu, exigirão dos países exportadores de carne, garantias de que o produto não é proveniente de áreas que foram desmatadas.

A bovinocultura de corte brasileira é baseada em sistemas de produção a pasto, condição que a torna diretamente influenciada pelas condições climáticas. Por se tratar de um país predominantemente tropical, o Brasil possui grande variabilidade climática, principalmente em relação aos regimes pluviométricos, que acabam por afetar diretamente tanto a qualidade como a quantidade de alimento disponível para a criação, de forma a interferir tanto nos momentos de concepção, desenvolvimento do feto e desenvolvimento para eventual terminação (SANCHEZ, 2014).

A programação fetal, também conhecida como, programação neonatal, programação gestacional, programação do desenvolvimento ou desenvolvimento fetal, é o termo utilizado para se referir ao ambiente uterino, o qual durante a gestação é a única fonte de nutrientes para o feto que ali se desenvolve (DU et al., 2010).

O conceito de programação fetal foi originalmente desenvolvido a partir de dados epidemiológicos humanos ligados a características como o baixo peso ao nascimento e má nutrição materna, relacionados a um aumento na incidência de doenças em adultos, como complicações cardíacas, derrame, diabetes e hipertensão (BARKER et al., 2002).

A programação fetal é a resposta a um desafio específico para o organismo mamífero durante uma janela crítica de tempo de desenvolvimento, que altera a trajetória de desenvolvimento qualitativamente, quantitativamente, ou ambos, com efeitos persistentes (NATHANIELSZ; POSTON; TAYLOR, 2007).

Nos últimos anos se intensificaram os estudos sobre a programação fetal nos animais de produção. Os resultados obtidos constataram aumento de peso nos bezerros de vacas que foram suplementadas durante a gestação, tanto ao nascer quanto na desmama (ROCHA, 2012). Assim como, quando a matriz está subnutrida, a saúde do recém-nascido fica comprometida, podendo limitar o desenvolvimento produtivo da progênie, reduzindo sua curva de crescimento e o tornando mais susceptível a doenças, mesmo quando adultos (ROCHA, 2012). Nesse sentido, fica evidente que o manejo nutricional da vaca gestante pode influenciar na produtividade e eficiência de bovinos de corte.

Diante disso, foi considerado de suma importância a realização desta revisão bibliográfica a respeito dos possíveis efeitos da programação fetal sobre as características produtivas e reprodutivas de bovinos de corte.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CENÁRIO BRASILEIRO DA BOVINOCULTURA DE CORTE

A pecuária brasileira caracteriza-se por baixos índices de produtividade e longos ciclos de produção, ligados diretamente a um baixo custo operacional e baixos investimentos tecnológicos. Manejos inadequados, como excesso de carga animal, e ausência de tecnologia, são fatores que estão diretamente correlacionados a degradação de pastagens, conseqüentemente, a baixa produtividade dos animais (MENEZES, 2006). Ainda mesmo com esses empecilhos, o Brasil possui o maior rebanho comercial além de defender o cargo de maior exportador de carne bovina do mundo, com destino para mais de 180 países (FAO, 2018).

A fase de cria é baseada em três sistemas de produção, sendo eles: extensivo, semi-intensivo e intensivo (EUCLIDES, 2000). No cenário nacional o sistema predominante é o extensivo, onde a criação é mantida exclusivamente em pastagens (nativas e/ou cultivadas), caracterizado por alta lotação animal, variando em áreas contínuas sem planejamento adequado de lotação e disponibilidade de forragem. O manejo e controle zootécnico é ausente ou pouco presente, onde não é levado em consideração o ciclo de desenvolvimento das forrageiras, que ao passar do tempo, não conseguem manter bom desenvolvimento, pelo pastejo constante dos animais, da falta de reposição de nutrientes, da acidificação do solo, da perda de matéria orgânica e compactação do solo, dessa forma diminuindo a eficiência das pastagens e, conseqüentemente, da produção animal (FERREIRA et al., 2010).

Culturalmente falando, a fase de maiores esforços do produtor rural é dedicada a engorda, pois é a partir dela que enxergam o retorno financeiro através da venda dos animais destinados ao abate. Porém, a precocidade, desempenho e rentabilidade propriamente dita dependem diretamente do controle das fases antecessoras à terminação, destaque principal a fase de cria, onde o controle zootécnico é dificilmente realizado e a taxa de natalidade é bastante baixa (FERRAZ e FELICIO, 2010).

Mesmo em um período de transição, onde a bovinocultura encontra-se em uma fase de reconhecimento da importância do uso de tecnologias no setor produtivo, com uma grande parcela de participação das raças zebuínas (*Bos taurus indicus*), como a raça Nelore, e uma introdução das raças taurinas (*Bos taurus taurus*), e seus cruzamentos, agregando características desejáveis aos plantéis. Ainda assim, em função da maior parte do gado de cria nacional ser criado em pastagens nativas, o país possui uma taxa de natalidade média de 55% (MAPA, 2012), consequência da restrição alimentar imposta às vacas em lactação, o que ocasiona anestro nutricional, em virtude da maior exigência neste período, consequentemente um número elevado de matrizes torna a ciclar somente após a desmama, aumentando assim o intervalo entre partos (ALMEIDA et al.; 1996).

De acordo com Oliveira et al. (2011), na bovinocultura de corte, a fase de cria não corresponde apenas a produção de bezerros, mas também aos cuidados e preparação dos reprodutores, principalmente maior atenção às primíparas. A fase de cria se inicia com o manejo reprodutivo, que compreende a preparação de touros, vacas e novilhas para monta, e finaliza com o desmame do bezerro (OLIVEIRA, 2011).

2.2 NUTRIÇÃO DA VACA DE CRIA

Como dito no capítulo anterior, na maior parte do país, a alimentação da vaca de cria está a dispensa dos pastos disponíveis (CEZAR et al., 2005). O Brasil é um país de condições climáticas tropicais, deste modo o regime pluviométrico é quem define os períodos marcantes para o setor agropecuário: período seco e período chuvoso. A partir disso, de acordo com Ferreira et al. (2010) a produtividade das forrageiras utilizadas, são concentradas em seis meses do ano, isso se deve ao fato do clima tropical normalmente distribuir as chuvas no período de outubro a março, com menor ocorrência de chuva entre maio e setembro, podendo haver mudanças de acordo com a região onde se situa a propriedade.

Durante a estiagem, as forrageiras apresentam baixo valor nutricional, pelo fato de apresentarem um menor teor de proteína bruta, minerais e menor coeficiente de digestibilidade da matéria seca, fator que se explica pelo progressivo incremento

na relação entre parede celular e componente celular e no grau de lignificação da parede celular, associado a uma redução na relação haste: folhas (MOREIRA et al., 2009). No período pré-parto, que engloba parte do último trimestre da gestação, é o período em que ocorre maior crescimento fetal (DU et al. 2013). Vacas e novilhas magras no parto levam maior tempo para ciclar e uma alta percentagem irá conceber muito tarde, ou não irá conceber durante a estação de acasalamento, vacas magras no parto parem bezerros mais fracos, produzem menos leite e desmamam bezerros mais leves (BELLOWS et al., 1982). O déficit nutricional da fêmea gestante pode prejudicar substancialmente o desenvolvimento dos bezerros e a fertilidade das fêmeas, prolongando o intervalo de partos devido ao aumento do período de serviço (intervalo parto-concepção) (BERGAMASCHI et al., 2010).

Dentro desta variação durante o ano, tanto a disponibilidade em quantidade quanto em qualidade de forrageiras suficientes para alimentar os animais, direciona a época mais adequada de monta, nascimentos e desmame (VALLE et al., 2000).

Pelo fato de o Brasil possuir grande extensão territorial, existem grandes variações na época do ano em que se estabelece a estação de monta. Estas variações ocorrem na tentativa de dimensionar de forma que a disponibilidade de forragem seja farta e de boa qualidade nutricional no período de maior necessidade, tanto para a vaca quanto para o bezerro (MORAES et al., 2013). Na maior parte do território

nacional a estação de monta é iniciada no período do início das chuvas, momento em que ocorre a rebrota dos pastos (primavera), período o qual há um aumento no percentual de fêmeas apresentando cio (VALLE et al., 2000).

O método de monta mais utilizado no país é onde o touro permanece com as fêmeas durante o ano todo, conseqüentemente, ocorrem nascimentos durante todo ano, apesar de naturalmente ocorrer uma maior concentração de nascimento entre os meses de julho e setembro (período seco), por conta da sazonalidade e melhor oferta de forragem no momento da concepção do feto (LONG et al., 2020). Vale destacar que o nascimento de bezerros em épocas inadequadas, pode prejudicar o desenvolvimento dos mesmos em função da incidência de doenças e de parasitas, além da menor disponibilidade de forrageiras com maior qualidade nutricional para as matrizes, principalmente em fase de lactação (LONG et al., 2020).

Segundo Valle et al. (2000) ao se levar em conta as condições do Brasil Central, o período de monta se dá entre outubro e dezembro, e os nascimentos se concentram de julho a setembro (período seco). Desta forma, nas propriedades onde se preconizam o desmame com média de sete meses de idade, os bezerros são separados das genitoras nos meses de fevereiro, março e abril, época de grande oferta de forragens. Essa prática favorece o desempenho dos bezerros no início da recria, bem como o da vaca, que pelo fato de não estar com bezerro ao pé poderá suportar melhor as restrições do período seco e manter a próxima geração (VALLE et al., 2000).

De acordo com Maciel (2006) outro fator decisivo nas propriedades é a avaliação de escore de condição corporal (ECC) das fêmeas, que se mostra como uma ferramenta extremamente útil no manejo reprodutivo, pois permite que seja realizado o monitoramento do estado nutricional do rebanho de forma visível e palpável. A desnutrição é a principal causa da reduzida fertilidade de vacas de cria no Brasil (CUTAIA et al., 2003).

Estudos indicam que o ECC é um parâmetro com elevada acurácia, se tratando de um índice subjetivo é avaliado de acordo com a visualização e palpação da deposição de gordura e cobertura muscular de determinadas regiões do corpo, onde o nível de armazenamento de energia do animal está diretamente relacionado com o reinício da atividade cíclica reprodutiva no pós-parto (CANFIELD et al., 1990; DE ROUEN et al., 1994; BEAM e BOUTLER, 1998).

O uso da mensuração do ECC é um parâmetro mais eficiente que o monitoramento do peso vivo das matrizes por pesagem, pois leva em conta o porte do animal, de forma a minimizar o falso resultado levando em conta o tamanho do animal, além de que, esta técnica tem como base mensurar o acúmulo de reservas corporais disponíveis pelas matrizes, de forma a estimar seu estado nutricional e saúde (OLIVEIRA, 2006).

Na fase gestacional, parte do aumento de peso da matriz, que normalmente se observa mais claramente no terço final da gestação, pode ser de 40 a 50 quilos, é resultado do crescimento fetal, das membranas e do acúmulo de líquidos fetais, bem como o aumento do próprio útero. Desta forma, uma fêmea pode apresentar aumento de peso sem modificação de ECC, até mesmo perda da sua condição

corporal, condição que afeta diretamente o desejável, onde as vacas voltem a ciclar o mais rápido possível após o parto e recuperação pós-parto (OLIVEIRA, 2006).

Segundo Vieira et al. (2005), matrizes primíparas apresentam maior intervalo entre o parto e o cio quando comparadas as matrizes múltíparas, as quais exigem um controle da dieta e de escore imprescindíveis, mostrando que a ordem de parto influencia a taxa de prenhez, o intervalo entre partos e o peso a desmama de bezerros, sendo os melhores índices obtidos entre o 3° e 8° partos.

Devido a sazonalidade produtiva das forrageiras e a alta quantidade de áreas de pastagens degradadas, observa-se baixo ECC das matrizes. Além de baixa ou nenhuma utilização de suplementação das fêmeas, o que consequentemente leva a quadros de subnutrição, podendo afetar não só a gestação em decurso (desenvolvimento e crescimento fetal) como também a futura gestação (CEZAR et al., 2005).

2.2 PROGRAMAÇÃO FETAL

A programação fetal é a resposta à um desafio específico do organismo mamífero durante uma janela crítica de tempo de desenvolvimento, que altera a trajetória do desenvolvimento, seja de forma quantitativa como de forma qualitativa os efeitos resultantes (NATHANIELZ et al., 2007).

As consequências da nutrição materna sobre o crescimento e desenvolvimento durante a vida fetal vem sendo estudado em ruminantes desde a década de 1950 (UNDERWOOD et al., 2010). Dessa forma, encontra-se bem consolidado que tanto a super quanto a subnutrição materna em diferentes períodos gestacionais é capaz de gerar mudanças permanentes na estrutura, metabolismo e fisiologia da progênie (FORD et al., 2007).

De acordo com Martin et al. (1997) a subnutrição durante o período gestacional leva a condições precárias no ambiente uterino, que influenciam diretamente o desenvolvimento de órgãos e tecidos fetais, afetando o desenvolvimento do feto. Ainda de acordo com esses autores, o tamanho ou função inadequada da placenta pode influenciar o desenvolvimento fetal. Por exemplo, mesmo fêmeas bem alimentadas podem gerar um feto desnutrido, pois o

desenvolvimento ou a capacidade da placenta não são adequados para atender as demandas fetais. Por outro lado, o feto pode ter uma proteção natural contra a subnutrição pré-parto materna, mobilizando as reservas corporais, suprimindo as exigências de desenvolvimento do feto (MARTIN et al., 1997).

De acordo com Basset (1974) o manejo nutricional adequado, atendendo as exigências tanto da fêmea como da prenhez, ainda são prioridade para melhorar o desempenho e saúde da progênie. Devido às baixas necessidades de nutrientes no início do desenvolvimento fetal, as restrições nutricionais são consideradas de efeito negativo mínimo neste período. Porém, um adequado controle da nutrição, é indispensável desde condições suficientes para uma ovulação viável, como no início gestacional, para que ocorra um desenvolvimento pleno, visto que a diferenciação sexual, vascularização, organogênese fetal e desenvolvimento placentário ocorrem nesta fase (FUNSTON et al., 2010).

Ao se levar em conta a estacionalidade na produção forrageira que ocorre no Brasil Central e o sistema de produção de bovinos de corte, que concentra os nascimentos no final da estação seca, entre os meses de agosto e outubro (LEMOS et al., 2012), verifica-se que o terço final da gestação, onde acontece o aumento fetal exponencial, coincide com a época de baixa oferta de forrageira. Nestas condições as matrizes são submetidas à restrição alimentar, além da baixa disponibilidade de forragem que apresenta baixo teor de proteína, não atendendo as exigências gestacionais (DU et al., 2015). Além das condições de baixa qualidade forrageira, outros fatores que afetam o desenvolvimento fetal são: novilhas gestantes, onde as mesmas estão em estágio de desenvolvimento corporal e ainda assim exigem o suprimento de nutrientes para o desenvolvimento fetal; e condições de estresse térmico (WU et al., 2006; REYNOLDS et al., 2010).

Em ruminantes, a placenta conecta-se à carúncula uterina através dos cotilédones, originando o placentoma. É através do placentoma que ocorrem as trocas gasosas, nutrientes e resíduos entre o feto e a matriz (FUNSTON, 2010). Mesmo que o crescimento placentário seja reduzido no terço final da gestação, o fluxo sanguíneo para a placenta aumenta cerca de quatro vezes para atender as exigências fetais (RAYNOLDS et al., 2010).

2.3 INFLUÊNCIA DA NUTRIÇÃO DA VACA NA ORGANOGÊNESE FETAL

Após a concepção, se dá início o desenvolvimento fetal intrauterino, o qual pode ser dividido em dois períodos distintos, o embrionário, quando a maioria dos sistemas são formados, e o período fetal, que representa o crescimento e maturação dos órgãos e tecidos (HYTTEL et al., 2012). Na primeira metade do período gestacional, ocorre o desenvolvimento uterino e intensa vascularização entre a placenta e o útero materno, estabelecendo a circulação sanguínea entre a matriz e o feto, fator necessário para que ocorra efetivamente a transferência de nutrientes entre mãe e concepto (FORD et al., 2007).

Nos ruminantes, o sistema de absorção de nutrientes não é potencializado por unidade de sangue circulante, sendo fundamental ao crescimento e desenvolvimento normal do feto o aumento de fluxo sanguíneo e o estabelecimento funcional da circulação fetal (DU et al., 2010). A restrição alimentar materna no início da gestação, reduz a capacidade do feto em adquirir quantidades apropriadas de nutrientes e oxigênio, influenciando no crescimento fetal no terço final da gestação (MENDES, 2006).

Apesar da menor demanda nutricional fetal nos primeiros dois trimestres de gestação, uma vez que o feto atinge apenas 25% do peso de nascimento neste período gestacional (BAUMAN e CURRIE, 1980), o correto aporte de nutrientes é fundamental para que ocorra o estabelecimento da circulação funcional útero placentária, da organogênese e da miogênese (DU et al., 2010). Segundo Symonds et al. (2010), o desfavorecimento do ambiente uterino durante a fase inicial de gestação pode resultar em alterações nos mecanismos homeostáticos do fígado e pâncreas, influenciando a capacidade da progênie em metabolizar nutrientes.

A partição de nutrientes durante a gestação foi descrita por Bauman e Currie (1980), os quais afirmaram que existem mecanismos endócrinos que regulam a distribuição destes no organismo animal. Estes autores se basearam nos conceitos de homeorrese e homeostase, sendo a última definida como a manutenção do equilíbrio fisiológico para manter as condições constantes no ambiente interno, regulando as funções de forma constante e pré-estabelecidas, enquanto o conceito de homeorrese está baseado nas mudanças orquestradas para as prioridades de

um determinado estado fisiológico, ou seja, coordenação do metabolismo em vários tecidos para suportar um estado fisiológico, atuando por mecanismos subjacentes que definem as prioridades e as modifica para o tecido em questão, como no caso da gestação.

A partir das referências, Galdos-Riveros et al. (2005), ao avaliarem 54 embriões bovinos, observaram que, aos 25 dias de gestação, o embrião apresenta a forma de C, o qual consiste de um pedículo embrionário, tubo neural, somitos, protrusão do coração, arco mandibular, neuroporos cranial e caudal e o estomodeu. Aos 29 dias de gestação, ocorre a formação dos membros anteriores e os arcos faríngeos são facilmente identificados, como também a região do cérebro, somitos e a área do coração. Aos 37 dias, observa-se a formação dos membros posteriores, da região anterior do cérebro, da curvatura cervical e da medula, cordão umbilical e cavidade oral e a pigmentação da retina, seguida pelo desenvolvimento de outros órgãos, tais como pâncreas, fígado, adrenais, pulmões, tireoide, baço, cérebro, timo e rins (Galdos-Riveros et al., 2005). Aproximadamente aos 45 dias, os testículos desenvolvem-se, enquanto que o desenvolvimento dos ovários se dá entre os dias 50 e 60 de gestação.

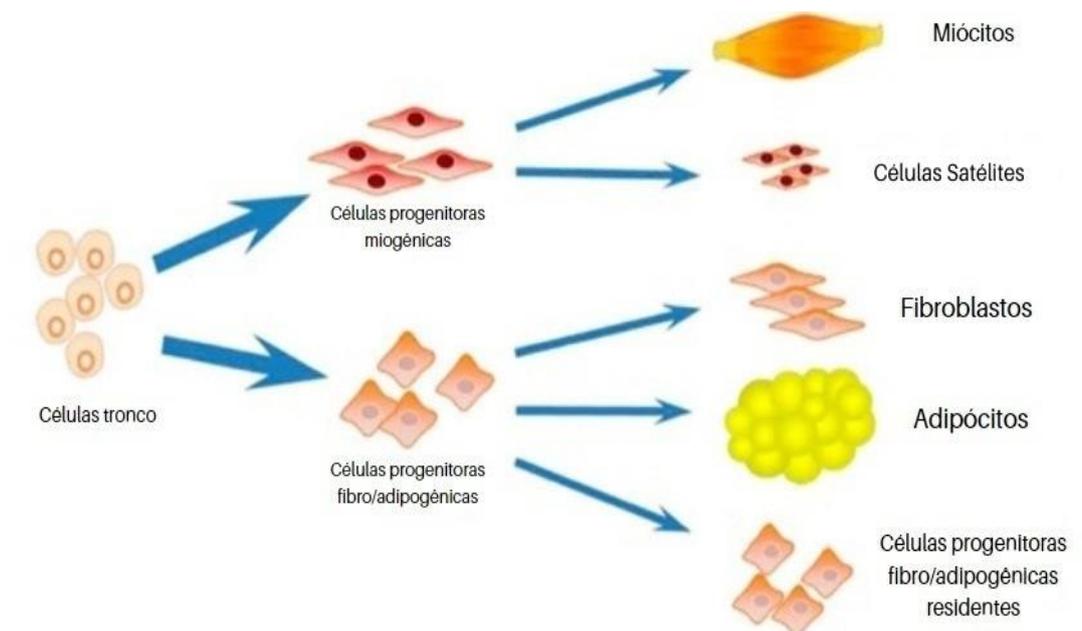
De maneira geral, Bauman e Currie (1980) afirmaram que através de mecanismos homeorreicos, o feto sinaliza as demandas por nutrientes para seu desenvolvimento, sendo que as matrizes gestantes se adaptam para atender estas necessidades fetais. Por outro lado, o uso destes substratos pelo feto vai ser regulado por mecanismos homeostáticos, priorizando o desenvolvimento dos órgãos vitais, conforme a disponibilidade de nutrientes adquiridos via circulação placentária.

2.4 INFLUÊNCIA DA NUTRIÇÃO DA VACA NO DESMPENHO DA PROGÊNIE

Na produção de bovinos de corte, o tecido muscular é o principal produto explorado e comercializado, sendo a sua formação intrauterina e seu desenvolvimento pós-natal essenciais para a obtenção do sucesso na atividade. Segundo Du et al. (2010), o desenvolvimento do músculo esquelético pode ser dividido em três estágios: embrionário, fetal e adulto. Os dois primeiros momentos são considerados como desenvolvimento pré natal ou fetal. O músculo esquelético

dos animais é composto por células miogênicas, adipogênicas e fibrogênicas (MENDES, 2016), As quais sofrem diferenciação durante o desenvolvimento fetal, originando respectivamente as fibras musculares, os adipócitos e os fibroblastos presentes no músculo esquelético (DU et al., 2013), como na figura 1.

Figura 1 – Células progenitoras mesenquimais divergindo nas linhagens miogênica e fibro/adipogênica durante a formação celular fetal.



Fonte: adaptado de DU et al. (2013).

A diferenciação e formação dos tecidos na fase embrionária e fetal é dependente da expressão gênica, sendo que esta pode ser influenciada pelo ambiente materno, tais como estímulos causados pela nutrição (TSUNEDA et al., 2017). Os processos de ativação, proliferação e diferenciação celular são modulados e regulados por inúmeros sinalizadores genéticos e fatores de transcrição, que estimulam ou inibem determinados processos relacionados com a formação do tecido muscular. A ativação da miogênese ocorre sobretudo pela sinalização por glicoproteínas do tipo Wnt (Wingless and integration), as quais influenciam o desenvolvimento de diversos tipos de tecidos e células (JOHNSON; RAJAMANNAN, 2006).

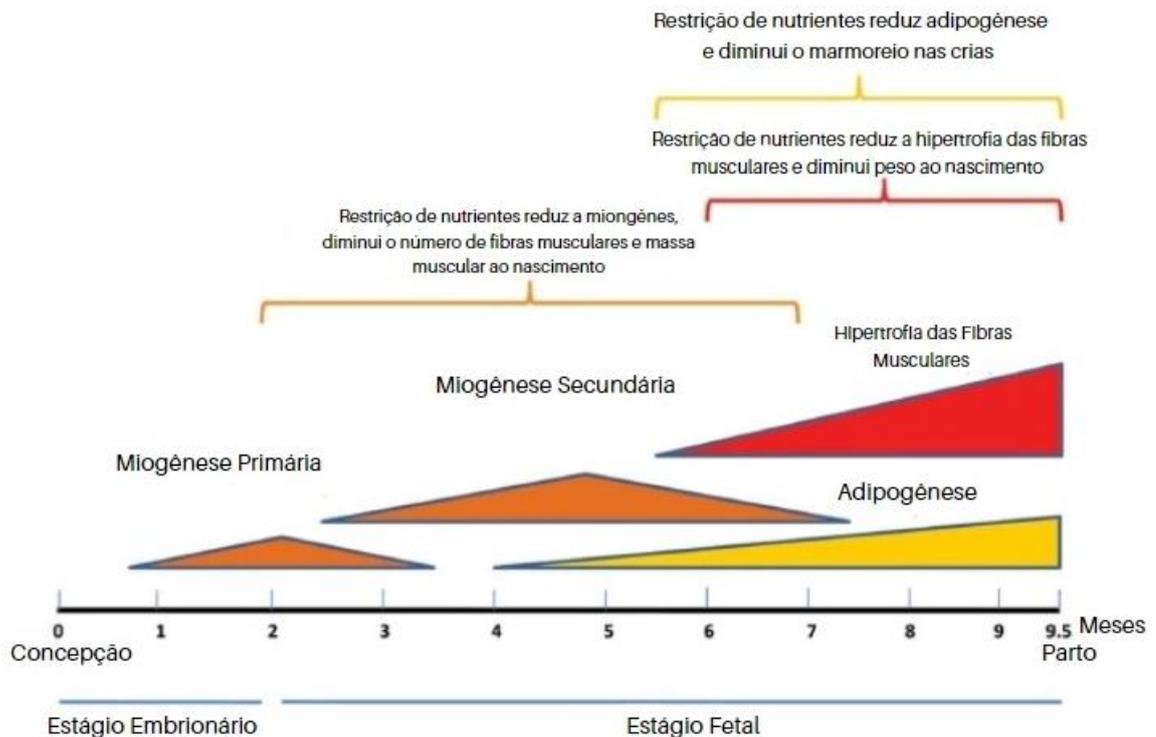
A via de sinalização Wnt dependente de β -catenina é a mais estudada, pois no músculo esquelético, ela regula a expressão de outros fatores de transcrição,

como o Pax3 (CAPDEVILA et al., 1998), fator este que é responsável pelo comprometimento células progenitoras paramiogenicas (DU et al., 2015). Logo, a redução na sinalização Wnt dependente de β -catenina resulta em redução no número de miócitos formados (YAMANOUCHI et al., 2007).

Já o processo de adipogênese (Figura 2) é regulado principalmente pelo proliferador de peroxissoma activado-receptor- γ (PPARY), sendo esse fator de transcrição indispensável para a diferenciação de células progenitoras em adipócitos (DU et al., 2013). A expressão destes fatores na formação dos mamíferos dependerá do genoma individual, e serão responsáveis pelas características morfológicas e funcionais, e conseqüentemente pelo potencial produtivos dos indivíduos (REYNOLDS et al., 2010). Os mesmos autores afirmam que o genoma pode ser influenciado pelo ambiente materno, tais como a ingestão de nutrientes, sendo estas alterações definidas como epigenética.

Ao longo da gestação, a formação do músculo esquelético pode ser dividida em diferentes etapas (Figura 2), de acordo com o evento celular que ocorre no desenvolvimento fetal. Segundo Du et al. (2010), a formação do tecido muscular ocorre pelos processos de hiperplasia e hipertrofia das fibras musculares, sendo a primeira dividida em miogênese primária e secundária.

Figura 2 – Efeito da nutrição materna no desenvolvimento do músculo esquelético fetal bovino.



Fonte: adaptado de DU et al. (2010)

A miogênese primária tem início nos primeiros meses de gestação, ocorrendo a formação das fibras primárias, as quais servirão de suporte para as fibras secundárias, formadas entre o segundo e oitavo mês (BEERMANN et al., 1978). Nesta fase de formação do músculo esquelético, apenas um pequeno número de fibras musculares é formado (ZAGO, 2017), sendo que a nutrição materna possuirá menores impactos no desenvolvimento do tecido muscular durante este período fetal, sendo uma fêmea bem alimentada na fase antecedente a prenhez, contando com boas reservas corporais. (DU et al., 2010).

As fibras musculares secundárias são formadas na segunda onda miogênica, a qual ocorre entre o segundo e oitavo mês de gestação e contribuem majoritariamente para o aumento do número de fibras musculares do feto (BEERMANN et al., 1978). Conforme demonstrado por Du et al. (2010), a restrição alimentar materna durante esta fase de gestação, acarretará em redução no processo de miogênese secundária, e conseqüentemente no número de fibras musculares na

massa muscular da progênie como demonstra na figura 2.

Neste contexto, a compreensão da formação pré-natal do músculo esquelético é de extrema importância para potencializar o desempenho da prole, uma vez que os eventos que ocorrem na gestação terão impactos no desenvolvimento pós-natal e no crescimento muscular da progênie (MENDES, 2016). Os impactos da má formação do tecido muscular no período fetal sobre o crescimento da prole, se devem ao não surgimento de novas células miogênicas após o nascimento dos animais, sendo o crescimento muscular pós-parto restrito à hipertrofia das fibras musculares já existentes (DU et al., 2010).

A hipertrofia muscular caracteriza-se pela proliferação das células satélites existentes entre a membrana plasmática das fibras musculares e a lâmina basal. Quando estimuladas, as células satélites proliferam e se fundem com as fibras pré-existentes, e começam a sintetizar proteínas que resultam em aumento no volume muscular através da formação de novos sarcômeros (MENDES, 2016). Caso houver baixo número de fibras musculares formadas no período fetal, o crescimento muscular será limitado, uma vez que o tamanho das fibras musculares não pode exceder o tamanho que possibilite a troca eficiente de nutrientes e metabólitos (DU et al., 2013).

Paralelamente ao processo de hipertrofia muscular fetal no final da gestação, ocorre a formação dos adipócitos e fibroblastos (DU et al., 2010). A fase de adipogênese tem início por volta do quinto mês de gestação (Figura 2), com maior intensidade no período que antecede o parto, seguindo com a formação menos intensa de adipócitos até os primeiros meses de idade (MENDES, 2016).

A formação dos adipócitos entremeados às fibras musculares gera locais para deposição de gordura, de marmoreio durante a fase de terminação dos animais (DU et al., 2013). Além disso, o favorecimento da adipogênese intramuscular durante o desenvolvimento do músculo esquelético através do maior aporte nutricional, reduz o conteúdo de tecido conjuntivo, uma vez que ambos os tecidos são originados a partir do mesmo grupo de células progenitoras, melhorando assim a maciez e a suculência da carne (DU et al., 2015).

A suplementação nas vacas durante a gestação ocorre com o objetivo de garantir ao animal melhores condições durante o desenvolvimento fetal, aleitamento e subsequente retorno ao estro, com o objetivo de melhorar a eficiência reprodutiva, técnica que vem se tornando comum nos rebanhos mais tecnificados (WILSON et

al., 2016). No entanto, pesquisas mais recentes têm sugerido que a condição nutricional da vaca durante a gestação possui impacto direto, seja de curto ou longo prazo sobre a saúde e a produtividade das crias (SATALKER et al., 2006; MARTIN et al., 2007; FUSTON et al., 2010; BOHNERT et al., 2010).

De acordo com Tong et al. (2008) a maior parte dos sistemas de cria e terminação a pasto, não há suplementação dos animais com grãos. O uso desses ingredientes induz a hipertrofia dos adipócitos, o que ocorre com baixa significância em animais mantidos à pasto. Dessa forma, o manejo nutricional materno é a melhor forma de aumentar a adipogênese no músculo fetal, o que se torna não a única, mas a melhor forma de melhorar as taxas de marmoreio em bovinos submetidos a regime à pasto (TONG et al., 2008).

A fim de determinar a influência do escore corporal materno durante o segundo trimestre de gestação nas características de qualidade de carcaça na progênie Mohrhauser et al. (2015) utilizaram dois grupos de vacas, um grupo foi submetido a condição energética positiva e outro negativa. Os autores constataram que os animais filhos das vacas com condições energéticas desfavorável apresentaram menor escore de condição corporal, peso, espessura da gordura subcutânea na 12ª costela, área de olho de lombo e menor rendimento de carcaça, quando comparados com a progênie de vacas com condição energética favorável.

No estudo citado acima, os autores não observaram diferença significativa nos valores de força de cisalhamento, porém, no estudo realizado Underwood et al. (2010), foi relatado que a carne de novilhos filhos de vacas em pastagens nativas apresentou valores maiores de força de cisalhamento comparados à carne da progênie de vacas mantidas em pastagem melhoradas. A diferença entre os trabalhos pode ser atribuída às diferenças de nutrientes restringidos, no entanto, os resultados do trabalho de Underwood et al. (2010) indicam que podem existir alterações no desenvolvimento pré-natal que afetam diretamente a maciez da carne.

A subnutrição de vacas gestantes além de influenciar o crescimento dos bezerros, pode reduzir a imunidade passiva (FOLE et al., 1978). A função imunológica é crítica para a saúde do bezerro, principalmente no start inicial, que está diretamente relacionada ao desempenho, valor de carcaça e lucratividade (HOUGH et al., 1990).

Blecha et al. (1981), revisou o efeito da restrição proteica pré-parto nos últimos 100 dias de gestação sobre o teor de imunoglobulinas no sangue, a absorção do colostro e de imunoglobulinas pelo bezerro recém-nascido. Conforme os resultados, não foram encontradas diferenças nas concentrações de imunoglobulinas no soro ou colostro das vacas alimentadas com diferentes níveis de proteína. Porém, a absorção de imunoglobulinas pelo bezerro aumentou conforme os níveis de proteína presente na dieta das vacas aumentaram. Diante deste fato, as restrições alimentares de vacas durante o terço final da gestação afetam a transferência de imunidade passiva para a progênie. Nestas condições, o manejo correto da dieta materna durante a gestação pode reduzir a susceptibilidade da prole durante a fase de confinamento, reduzindo assim a ocorrência de doenças, que impactam diretamente na diminuição da utilização de medicamentos, melhorando assim a lucratividade da produção (BLECHA et al., 1981).

2.5 INFLUÊNCIA DA NUTRIÇÃO DA VACA NA VIDA REPRODUTIVA DA NOVILHA

Ao se atender as exigências nutricionais durante o período gestacional pode ser notado reflexos na eficiência das filhas, isso porque o desenvolvimento e a funcionabilidade do sistema reprodutivo podem ser comprometidos pela restrição de nutrientes durante a formação fetal, comprometendo consecutivamente o desempenho reprodutivo da progênie na vida adulta (FUNSTON et al., 2010).

A formação do aparelho reprodutivo das fêmeas ocorre entre os primeiros meses gestacionais, de forma com que a subnutrição na vida uterina gera consequências principalmente a nível hipotalâmico-hipofisário-gonadal, resultando em perda de função reprodutiva da fêmea adulta (MENDES et al., 2016).

O número de oócitos total é estabelecido antes do nascimento, uma vez que a reserva de folículos primordiais é definida durante a vida fetal (RHIND et al., 1998). Dessa forma, os critérios de qualidade e quantidade da dieta fornecida para fêmeas devem ser cuidadosos em todas as fases da gestação. No primeiro terço da gestação se inicia a multiplicação mitótica de células germinativas primordiais que migram para as dobras genitais e posteriormente aumentam de tamanho e ativam o processo irreversível de crescimento folicular (WEBB e CAMPBELL, 2007).

Avaliando os efeitos da suplementação materna sobre a eficiência reprodutiva das filhas Cushman et al. (2014) demonstraram que, novilhas filhas de

vacas alimentadas no último trimestre de gestação com 125% das exigências nutricionais atendidas concebem primeiro durante a estação de monta em relação à progênie de vacas recebendo 100% ou 75% das exigências.

Martin et al. (2007) avaliaram 340 novilhas, as quais foram divididas em dois grupos: novilhas filhas de vacas suplementadas no terço final e início da lactação (GS) e novilhas filhas de vacas que não receberam nenhuma suplementação (NS). Os autores não identificaram diferença no peso ao nascimento das novilhas comparando os grupos, porém observaram maior ganho de peso no grupo GS aos 205 dias de idade. Novilhas do GS também apresentaram maior taxa de prenhez ao final de sua primeira estação de monta, quando comparadas ao NS. Ainda, foi constatado maior número de novilhas GS parindo nos primeiros 21 dias de estação em comparação ao NS.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Garantir o fornecimento de alimento de qualidade e em quantidade que supra as exigências nutricionais da matriz durante ou após a gestação, como uma estratégia nutricional, possui impacto positivo sobre a manutenção do ECC, condição que garante capacidade de aleitamento necessária ao bezerro e condição física suficiente para que a fêmea torne a ciclar. Assim como, influencia positivamente nos aspectos produtivos e reprodutivos da prole, como o desenvolvimento de órgãos fetais, o desenvolvimento muscular, deposição de gordura, desempenho pós-natal do bezerro, características de carcaça e futura reprodução.

Ainda são necessárias realizações de pesquisas para poder compreender de qual forma estimular a programação fetal a fim de determinar características da carcaça da progênie, dados que podem favorecer os criadores, através de uma ferramenta adicional de gerenciamento para auxiliar na obtenção de suas metas produtivas.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ALMEIDA, I. L.; ABREU, U. G. P.; LOUREIRO, J. M. F.; et al. **Introdução de tecnologias na criação de bovino de corte no Pantanal - sub-região dos Paiaгуás**. Corumbá: EMBRAPA-CPAP.v. 22, p. 50, 1996.
- BAUMAN, D. E.; CURRIE, B. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis e homeorhesis. **Journal of Dairy Science**, v. 63, n. 9, p. 1514-1529, 1980.
- BOHNERT, D. W.; STALKER L. A.; MILLS R. R.; NYMAN A.; FALCK S. J., D R. Late gestation sup- plementation of beef cows differing in body condition score: effects on cow and calf performance. **Journal of Animal Science**, v. 93, p. 5485–5491, 2013.
- BARKER, D. J. P.; et al. Fetal origins of adult disease: strength of effects and biological basis. **International journal of epidemiology**, v. 31, n. 6, p. 1235–9, 2002.
- BASSETT J. M.; et al. Diurnal patterns of plasma insulin, growth hormone, corticosteroid and metabolite concentrations in fed and fasted sheep Australian **Journal of Biological Science**, v. 27,p. 167–181, 1974.
- BATESON, P.; et al. Spencer, and S. E. Sultan. Developmental plasticity and human health. **Nature**,v. 430, p. 419–421, 2004.
- BEAM, S.W.; BUTLER, W.R. Energy balance, metabolic hormones, and early postpartum follicular development in dairy cows fed prilled lipid. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.121-131, 1998.
- BEERMANN, D. H.; CASSENS, R. G.; HAUSMAN, G. J. A second look at fiber type differentiation in porcine skeletal muscle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 46, p.125–132, 1978.
- BELLOWS, R. A. R. E.; SHORT, AND G. V.; RICHARDSON. Effects of sire, age of dam and gestation feed level on dystocia and postpartum reproduction. **Journal of Animal Science**,v. 55, p. 18–27, 1982.
- BERGAMASCHI, M. A. C. M.; MACHADO, R.; BARBOSA, R. T. **Eficiência reprodutiva das vacas leiteiras**. São Paulo: Embrapa Pecuária Sudeste, 2010.
- BLECHA, F.; BULL, R. C.; OLSON, D. P.; ROSS, R. H.; CURTIS, S. Effects of prepartum protein restriction in the beef cow on immunoglobulin content in blood and colostral whey and subsequeute immunoglobulin absorption by the neonatal calf. **Journal of Animal Science**, v. 53, p. 1174-1180, 1981.

- BOHNERT, D. W.; MILLS, R. R.; STALKER, L. A.; NYMAN, A.; FALCK, S. J. Late gestation supplementation of beef cows: effects on cow and calf performance. **Proceedings, Western Section, American Society of Animal Science**, v. 61 p. 255-258, 2010.
- BRAMELD, J. M.; GREENWOOD, P. L.; BELL A. W. Biological mechanisms of fetal development relating to postnatal growth, efficiency and carcass characteristics in ruminants. In: Greenwood PL, Bell AW, Vercoe PE, et al, editors. Managing the prenatal environment to enhance livestock productivity. **Dordrecht (the Netherlands): Springer**, p. 93–119, 2010.
- CANFIELD, R. W.; SNIFFEN, C. J.; BUTLER, W. R. Effects of excess degradable protein on postpartum and energy balance in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.73, p.2342-2340, 1990.
- CAPDEVILA, J.; TABIN, C.; JOHNSON, R. L. Control of dorsoventral somite patterning by Wnt-1 and β -catenin. **Developmental Biology**, v. 193, p. 182-194, 1998.
- CEZAR, M. F.; SOUSA, W. H. **Avaliação e utilização da condição corporal como ferramenta de melhoria da reprodução e produção de ovinos e caprinos de corte**. 2006. In: SIMPÓSIO DA 43ª REUNIÃO ANUAL DA SBZ, João Pessoa – PB, p. 543-565. Anais...2005.
- CUSHMAN, R. A.; McNEEL, A. K.; FREETLY, H. C. The impact of cow nutrient status during the second and third trimestres on age at puberty, antral follicle count, and fertility of daughters. **Livestock Science**, v. 162, p. 252-258, 2014.
- CUTAIA, L.; VENERANDA, G.; TRÍBULO, R.; BARUSELLI, P. S.; BÓ, G. A. Programas de inseminación artificial a tiempo fijo en rodeos de cría: factores que lo afectan y resultados productivos. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE REPRODUCCIÓN ANIMAL**, Córdoba, Argentina. Anales.. Córdoba, Argentina: p. 119-132, 2003.
- De ROUEM, S. M.; FRANKE, D. E.; MORISSON, D. J.; et al. Prepartum body condition and rate influences on reproductive performance of first-calf beef cows. **Journal Animal Science**, v.72, p.1119-1125, 1994.
- DU, M.; et al. Fetal programming of skeletal muscle development in ruminant animals¹. **Journal of Animal Science**, v. 88, p. 51–60, 2010.
- DU, M.; et al. Manipulating mesenchymal progenitor cell differentiation to optimize performance and carcass value of beef cattle. **Journal Animal Science**, v. 91, n. 3, p. 1419- 1427, 2013.
- DU, M.; et al. Fetal programming in meat production. **Meat Science**, v. 109, p. 40-47, 2015.
- EUCLIDES, V. P. B.; et al. Consumo Voluntário de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 2200-2208, 2000.
- FAO. **FAO no Brasil**. Disponível em: <<http://www.fao.org/brasil/fao-no-brasil/brasil-em-resumo/pt/>>. Acesso em: 28 jun. 2021.
- FERRAZ, J. B. S.; DE FELÍCIO, P. E. Production systems—An example from Brazil. **Meatscience**, v. 84, n. 2, p. 238-243, 2010.

FERREIRA, R. R. M.; TAVARES FILHO, J.; FERREIRA, V. M. Efeitos de sistemas de manejo de pastagens nas propriedades físicas do solo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 913-932, 2010.

FERREIRA-FILHO, J.; HORRIDGE, M. Endogenous land use and supply, and food security in Brazil. Victoria University, **Centre of Policy Studies/IMPACT Centre**, 2012.

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

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**, p. 205–220, 2010.

GALDOS-RIVEROS, A. C., FAVARON, P. O., WILL, S. E., MIGLINO, M. A.; MARIA, D. A. Bovine yolk sac: from morphology to metabolomic and proteomic profiles. **Genetics and Molecular Research**, 2005.

HOUGH, R. L.; MCCARTHY, F. D.; KENT, H. D.; EVERSOLE, D. E.; WAHLBERG, M. L. Influence of nutritional restriction during late gestation on production measures and passive immunity in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 2622-2627, 1990.

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

IBGE. **PPM 2020: após dois anos de queda, rebanho bovino cresce 0,4%**. Disponível em: <[https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/29163-ppm-2019-apos-dois-anos-de-queda-rebanho-bovino-cresce-0-4#:~:text=Os três maiores estados em,%20C3%25%20do rebanho nacional.>](https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/29163-ppm-2019-apos-dois-anos-de-queda-rebanho-bovino-cresce-0-4#:~:text=Os%20três%20maiores%20estados%20em,%20C3%25%20do%20rebanho%20nacional.>). Acesso em: 27 jun. 2021.

JOHNSON, M. L.; RAJAMANNAN, L. Diseases of Wnt signaling. **Rev. Endocr. metab. disord**, v. 7, p.41–49, 2006.

LARSON, D. M.; MARTIN J. L.; ADAMS D. C.; FUNSTON, R. M. Winter grazing system and supplementation during late gestation influence performance of beef cows and steer progeny. **Journal of Animal Science**, v.87, p. 1147–1155, 2009.

LEMO, B. J. M., SOUZA, F. M., MOREIRA, K. K. G. M., GUIMARÃES, T. P. PEREIRA, M. L. R., FERREIRA, S. F., SILVA, R. M. Suplementação de bovinos de corte em pastejo. **PUBVET**, Londrina, v. 6, n. 32, ed. 219, art. 1457, 2012.

LONG J. M.; ET AL. **Maternal nutrient restriction alters endocrine pancreas development in fetal heifers**. **Domest Anim Endocrinol**. 2020;

MACIEL, A. B. B. **Validação do método de escore de condição corporal por determinação da gordura subcutânea através de ultra-sonografia em fêmeas bovinas**. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, p. 60. 2006.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – **MAPA-Bovinos**. 2012. Disponível em: www.agricultura.gov.br/animal/especies/bovinos-e-bubalinos. Acesso em: 23 jun. 2021.

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

MENDES, L. C. **O EFEITO DA NUTRIÇÃO MATERNA SOBRE O DESENVOLVIMENTO FETAL E O SEU IMPACTO NA CONSTITUIÇÃO DA CARCAÇA BOVINA**. Porto Alegre Curso De Veterinária. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal Do Rio Grande do Sul, 2016.

MENEGAZ, A. L. **Desempenho produtivo e reprodutivo de novilhas e vacas primíparas de corte**. 2006. 183 f. Tese (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

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

MORAES, J. C. F.; SOUZA, C. J. H.; BRAUNER, C. C.; PIMENTEL, M. A.; BENAVIDES, M. V.; FERRAZ, M. V. B. Utilização do escore de condição corporal pós-parto na identificação de vacas de corte mais férteis criadas em sistemas extensivos. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 21, n. 3, p.149-155, 2013.

MOREIRA, S. A.; THOMÉ, K. M.; FERREIRA, P. DA S.; BOTELHO FILHO, F. B. Análise econômica da terminação de gado de corte em confinamento dentro da dinâmica de uma propriedade agrícola. **Custos e Agronegócio online** – v. 5, n. 3, p. 132-152, 2009.

NATHANIELSZ, P. W.; POSTON, L.; TAYLOR, P. D. **In Utero Exposure to Maternal Obesity and Diabetes: Animal Models That Identify and Characterize Implications for Future Health**. *Obstet Gynecol Clin North Am*, 2007.

OLIVEIRA, C. A.; CARRARA, T. V. B.; CURSINO, L. L.; MILLEN, D. D. **Levantamento sobre as recomendações nutricionais e práticas de manejo adotadas por nutricionistas de bovinos confinados no Brasil: Informações sobre grãos, fontes e níveis de gordura e proteína**. In: VII SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS DA UNESP – DRACENA VIII ENCONTRO DE ZOOTECNIA. Anais...UNESP DRACENA, 2011.

PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. **Metabolismo de Lipídeos**. In: **Nutrição de Ruminantes**. (Ed.) BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G.; Jaboticabal:Funep, p. 287-309, 2006

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

ROCHA, F. M. **Efeito da suplementação proteica no terço final da gestação sobre a programação fetal, e o desempenho das crias submetidas a diferentes estratégias de suplementação** Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2012.

ERA, M. T.; RHIND, S. M.; KYLE, C. K.; FOWLER, P. A.; MILLER, D. W.; BROOKS N. A. A desnutrição materna durante o início da gravidez regula positivamente a esteroidogênese testicular fetal em ovelhas **Journal of Reproduction and Fertility Abstract Series**, v. 25, p. 38, 2000.

RHIND S. M.; ELSTON D. A.; JONES J. R.; REES J. R.; MCMILLEN S. R.; GUNN R. G.; Efeitos da restrição de crescimento e desenvolvimento de cordeiras Brecon Cheviot no desempenho reprodutivo da vida subsequente. **Pesquisa de Pequenos Ruminantes**. v. 30, p.121-126, 1998.

SAATH, K. C. DE O.; FACHINELLO, A. L. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 56, n. 2, p. 195–212,2018.

SANCHEZ, J. M. D. **Flavomicina e ureia protegida na suplementação de novilhas em pastagem diferida de capim-marandu**. Pirassununga: Universidade de São Paulo, 19 fev. 2014.

SANTOS, E. D. G.; PAULINO, M. F.; QUEIROZ, D. S.; FONSECA, D. M.; VALADARES FILHO, S. C.; LANA, R. P. Avaliação de pastagem diferida de *Brachiaria decumbens* Stapf. 2. Disponibilidade de forragem e desempenho animal durante a seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 214-224, 2004.

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

TONG, J.; ZHU, M. J.; UNDERWOOD, K. R.; HESS, B. W.; FORD, S. P.; & DU, M. AMP- activated protein kinase and adipogenesis in sheep fetal skeletal muscle and 3T3-L1 cells. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 1296–1305, 2008

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

UNDERWOOD, K. R. Nutrition during mid to late gestation affects growth, adipose tissue deposition and tenderness in cross-bred beef steers. **Meat Science**. v. 86, n. 3, p. 588- 593, 2010.

VALLE, E. R.; ANDREOTTI A. R.; THIAGO R. L. S. **Técnicas de manejo reprodutivo em bovinos de corte**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2000. 61p.

VIEIRA, A.; LOBATO, J. F. P.; TORRES JUNIOR, R. A. A. et al. Fatores Determinantes do Desempenho Reprodutivo de Vacas Nelore na Região dos Cerrados do Brasil Central. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia** n.6, v.34, p.2408-2416, 2005.

WEBB, R.; GARNSWORTHY, P. C.; GONG, J.G. et al. Control of follicular interactions and nutritional influences. **Journal of Animal Science**, v.82, p.63-74, 2004.

WILSON, T. B.; LONG, N. M.; FAULKNER, D. B.; SHIKE, D. W. Influence of excessive dietary protein intake during late gestation on drylot beef cow performance and

progeny growth, carcass characteristics, and plasma glucose and insulin concentrations. **Journal of Animal Science**, v. 94, p. 2035–2046, 2016.

WU, G. F. W.; BAZER, J. M.; WALLACE, T. E.; Board-invited review: Intrauterine growth retardation: Implications for the animal sciences. **Journal of Animal Science**. v. 84, p. 2316–2337, 2006.

YAMANOUCHI, K. et al. Myogenic and adipogenic properties of goat skeletal muscle stem cells. **Journal of Reproduction and Development**, v. 53, p. 51-58, 2007.

ZAGO, D. **Nutrição de vacas de corte prenhes e seus efeitos sobre o desempenho pré epós-natal de suas progênies – uma metanálise**. 2017. 212p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2017.