

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA
FILHO” FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS JABOTICABAL**

**IMPACTO DA OFERTA DE FORRAGEM DURANTE OS
TERÇOS MÉDIO E FINAL DA GESTAÇÃO NO
DESEMPENHO DO PAR VACA/BEZERRO NELORE ATÉ O
DESMAME**

William Luiz de Souza

Zootecnista

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA
FILHO” FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS JABOTICABAL**

**IMPACTO DA OFERTA DE FORRAGEM DURANTE OS
TERÇOS MÉDIO E FINAL DA GESTAÇÃO NO
DESEMPENHO DO PAR VACA/BEZERRO NELORE ATÉ O
DESMAME**

Discente: William Luiz de Souza

Orientador: Prof. Dr. Flávio Dutra de Resende

Coorientadora: Dra. Ivanna Moraes de Oliveira

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP,
Campus de Jaboticabal, como parte das
exigências para a obtenção do título de
Mestre em Zootecnia.

2020

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

William Luiz de Souza, nascido em 01 de fevereiro de 1994 em Raul Soares, Minas Gerais. Filho de Nelina Diogo Fortunato de Souza e Marcolino Luiz de Souza. Possui graduação em Zootecnia (2014 - 2018), pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Campus Rio Pomba. Durante a graduação, atuou no grupo SEZOO, sob orientação do professor Dr. Valdir Botega Tavares (2015 – 2018) e fez iniciações científicas sob orientação dos professores Dr. Onofre Barroca de Almeida Neto (2015 – 2016 e 2017 – 2018) e Dr. Arnaldo Prata Neiva Júnior (2016 – 2017 e 2018 – 2019). Em 2018 desenvolveu o estágio curricular na Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) - Polo Regional Alta Mogiana - Colina – São Paulos, sob orientação do professor Dr. Flávio Dutra de Resende. Em março de 2019 ingressou no mestrado pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Jaboticabal, São Paulo, no programa de pós-graduação em Zootecnia sob orientação do Dr. Flávio Dutra de Resende.

S729i Souza, William Luiz de
Impacto da oferta de forragem durante os terços médio e final da
gestação no desempenho do par vaca/bezerro Nelore até o desmame /
William Luiz de Souza. -- Jaboticabal, 2021
81 p. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientadora: Flávio Dutra de Resende
Coorientadora: Ivanna Moraes de Oliveira

1. Desempenho. 2. Nelore. 3. Oferta de forragem. 4. Programação
fetal. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

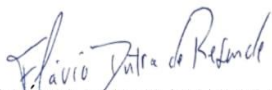
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: IMPACTO DA OFERTA DE FORRAGEM DURANTE OS TERÇOS MÉDIO E FINAL DA GESTAÇÃO NO DESEMPENHO DO PAR VACA/BEZERRO NELORE ATÉ O DESMAME

AUTOR: WILLIAM LUIZ DE SOUZA

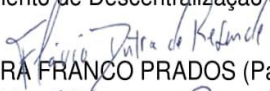
ORIENTADOR: FLÁVIO DUTRA DE RESENDE

COORIENTADORA: IVANNA MORAES DE OLIVEIRA

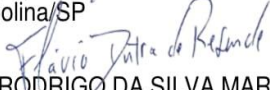
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em ZOOTECNIA, pela Comissão Examinadora:



Pesquisador Dr. FLÁVIO DUTRA DE RESENDE (Participação Virtual)
Departamento de Descentralização do Desenvolvimento / APTA - Colina/SP



Dra. LAURA FRANCO PRADOS (Participação Virtual)
APTA / Colina/SP



Prof. Dr. RODRIGO DA SILVA MARQUES (Participação Virtual)
Montana State University / Bozeman/Montana

Jaboticabal, 23 de fevereiro de 2021

“Medo é a ferramenta de um Diabo idealizado pelo homem. A fé inabalável em si mesmo é tanto a arma que derrota este Diabo quanto a ferramenta que o homem utiliza para construir uma vida de sucesso. E é mais do que isso. É uma conexão direta com as forças irresistíveis do universo que apoiam o homem que não acredita em fracassos e derrotas, senão como experiências meramente temporárias.”

Napoleon Hill

Dedico...

*A Deus, aos mentores amigos
e à minha família!*

*Aos meus orientadores e coorientadores, pelos ensinamentos e inspiração.
Às grandes e valorosas amizades conquistadas ao longo dessa trajetória, foram
fundamentais...*

*...a vocês, **ofereço!***

AGRADECIMENTOS

À Deus, a minha mãe Nelina Diogo Fortunato de Souza, e meu pai Marcolino Luiz de Souza pelos valores passados e o esforço para que eu possa estar aqui hoje. Meu irmão Leonardo Luiz de Souza, sempre dispostos a ajudar e apoiando.

Ao meu orientador, professor Flávio Dutra de Resende e ao professor Gustavo Rezende Siqueira, que além de exemplos, me estenderam a mão e ofertaram tudo que fosse necessário para meu desenvolvimento. Gratidão a vocês!

À Universidade Estadual Paulista por me proporcionar condições para o desenvolvimento do Mestrado e a Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, que proporcionou toda estrutura necessária para o desenvolvimento do projeto de pesquisa.

Aos amigos, que sempre estiveram ao meu lado, dando suporte. Não citarei seus nomes, pois são diversos, mas quando lerem saberão que vos falo. As pós-docs que muito contribuíram para a concepção, realização, interpretações dos resultados experimentais e a paciência durante todos esse tempo, Laura e a Ivanna.

Em especial a companheira de experimento Luciana, pela parceria neste durante todas as fases.

Aos integrantes da pós-graduação da APTA, Igor, Iorrano, Felipe, Karla, Jéssica, Henrique, Amanda, Keuven, Aline, Laylles, Max, Luis, Mailza e Irene obrigado por tudo.

Um agradecimento especial também a todos àqueles que passaram pela APTA e puderam contribuir com meu desenvolvimento profissional, Raniere, Melany, Jessica Pinheiros e todos os outros, que eventualmente não foram citados. Além deles, os amigos feitos na Unesp Jaboticabal, Ari, Rodrigo, Larissa e através deles todos os outros, por todo apoio.

Aos estagiários bolsistas e passageiros da APTA, Eduarda, Willian, Maria Jaqueline, Hugo, Mateus Abreu, João Pedro, Matheus, Geovanni, Matheus Gonsalves, Gustavo, Vinicius, Vinicius Lima, Diego, Axi e Lucas, pela ajuda fundamental durante todas as fases do experimento! Aos funcionários da APTA, Toizinho, Lori, Seu João, Seu Alcino, Chico, Nandi, Deley, Roberto, Luiz, Suelli, Néia, Juninho, Antônio Carlos, Tim, Miltinho e todos os outros, sempre dispostos a ajudar.

Além desses, especialmente a Regina, por toda a ajuda em compras e equipamentos e também ao Rodolfo Toga, pela paciência, ensinamentos e ajuda no laboratório.

À FAPESP pelo projeto de número 17/50339-5 (PDIP - Plano de desenvolvimento institucional de pesquisa do Instituto de Zootecnia).

À empresa Zoetis, pela contribuição nos protocolos reprodutivo e sanitário dos animais.

À empresa CRV Lagoa, por disponibilizar as doses de sêmen utilizadas no protocolo reprodutivo dos animais.

À empresa Lageado, pela parceria e execução do protocolo reprodutivo dos animais, principalmente ao médico veterinário responsável pelo atendimento, Pedro Sabino.

Aos professores José Luiz Moraes Vasconcelos (Zequinha) e Philipe Moriel, pelas contribuições no projeto.

A todos vocês que, de alguma forma, marcaram esses momentos da minha vida... Muito obrigado!

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por proporcionar importante bolsa para realização do mestrado.

Sumário

COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS	ii
RESUMO.....	iii
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO.....	7
2. OBJETIVO	8
3. HIPÓTESE.....	8
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	8
4.1. Estacionalidade de produção e oferta de forragem	8
4.2. Sistema de cria na pecuária de corte	10
4.3. Exigência nutricional de vacas de corte	11
4.4. Condição corporal e ultrassonografia de carcaça de vacas de corte	15
4.5. Programação fetal	17
4.6. Produção e composição do leite de vacas de corte	22
5. MATERIAL E MÉTODOS	25
5.1. Local do experimento	25
5.2. Fase de gestação (Protocolo de inseminação, animais, caracterização da área e delineamento experimental)	26
5.3. Fase de aleitamento	28
5.4. Método de pastejo e avaliação quantitativa e qualitativa do pasto	29
5.5. Desempenho e ultrassonografia de carcaça	31
5.6. Método de avaliação da produção e composição do leite	32
5.7. Análises estatísticas	33
6. RESULTADOS	34
7. DISCUSSÃO.....	44
8. CONCLUSÃO	49
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

CERTIFICADO Nº 0004/2020 - CEUA

Certificamos que o projeto apresentado dia 24 de agosto de 2020 intitulado: **"IMPACTOS DA OFERTA DE FORRAGEM NOS TERÇOS MÉDIO E FINAL DA GESTAÇÃO DE VACAS NELORE SOBRE OS ASPECTOS PRODUTIVOS DA SUA PROLE"** registrado com o **Protocolo nº 0004/2020**, sob a responsabilidade do Pesquisador Científico **Flávio Dutra de Resende**, que envolve a produção, a manutenção e a utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de pesquisa científica, encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de oito de outubro de 2008; do decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009; e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi **APROVADO** pela **Comissão de Ética no Uso de Animais do Departamento de Descentralização do Desenvolvimento (CEUA-DDD)**, em reunião extraordinária realizada no dia 27 de agosto de 2020.

Finalidade: (X) Pesquisa científica – () Ensino	
Vigência da autorização	01/01/2021 à 31/08/2023
Espécie/linhagem e/ou raça	Bovinos Nelore
Nº de animais	288
Sexo	F (216) / M (72)
Localização	Polo Regional Alta Mogiana - Colina / DDD / APTA / SAA - SP
Responsável Técnico	Dr. Gustavo Rezende Siqueira


Maria Izabel Merino de Medeiros
Coordenadora CEUA-DDD



Comissão de Ética no Uso de Animais
Departamento de Descentralização do
Desenvolvimento CEUA - DDD
Av. Rodrigues Alves, 40-40
CEP: 17030-000, Bauri, SP
Telefone: (14) 3203-3257 - Ramal 24
E-mail: medeiros@apta.sp.gov.br



Secretaria de
Agricultura e Abastecimento

Agência Paulista de
Tecnologia das Autovetores

Impacto da oferta de forragem durante os terços médio e final da gestação no desempenho do par vaca/bezerro Nelore até o desmame

RESUMO - O objetivo deste experimento foi avaliar o impacto de duas ofertas de forragem no desempenho do par vaca/bezerro Nelore durante a fase gestacional e de lactação. Foram utilizadas 72 vacas Nelore gestantes de machos [peso corporal (PC) = 444 ± 42 kg e escore de condição corporal (ECC) = $3,66 \pm 0,28$] mantidas em pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu, sob duas ofertas de forragem [baixa oferta (BOF): 2,81 e alta oferta (AOF): 7,58 kg de matéria seca (MS)/kg de PC] durante os terços médio e final da gestação (d-151 até o parto; d0) e nas mesmas condições na fase de lactação (d1 ao d240). O delineamento foi em blocos casualizados (6 vacas/piquete, 6 piquetes/tratamento), contendo 6 blocos e a unidade experimental foi o piquete. O método de pastejo utilizado foi o contínuo com carga fixa e a massa de forragem foi estimada utilizando-se o método da dupla amostragem e as características qualitativas foram realizadas utilizando o pastejo simulado. Como esperado, houve diferença ($P < 0,01$) entre as ofertas de forragem, influenciando nas características quantitativas e qualitativas do pasto ($P \leq 0,05$). No período de gestação, a massa de forragem apresentou variações de 5022 para 3478 kg MS/ha com uma redução de 31,9% para a BOF e de 5193 para 7188 kg MS/ha com um incremento de 40,7% para AOF. Houve interação entre oferta de forragem $\times$ período ($P < 0,01$) para PC e ECC. Sendo que, vacas mantidas em AOF apresentaram maior PC (+43kg) e ECC (+0,40 pontos, $P < 0,01$) durante a gestação. Durante a lactação, o PC foi similar para vacas mantidas em BOF e AOF (média de 422 kg), enquanto o ECC no desmame foi maior para vacas mantidas em AOF (+0,20 pontos, $P < 0,01$). A prenhez na estação de monta (após 2 IATF) subsequente não foi afetada pela oferta de forragem durante a gestação, com média de 66% ($P = 0,90$). As medidas de ultrassonografia de carcaça das vacas apresentaram interação oferta de forragem $\times$ período ($P \leq 0,03$) para área de olho de lombo (AOL; cm² e cm²/100 kg de PC), marmoreio e espessura de gordura subcutânea (EGS; mm e mm/100kg de PC). A AOL em vacas da BOF reduziu 12,1% na gestação e manteve-se na média de 52,2 cm² na lactação. Já vacas da AOF mantiveram-se na média de 57,4 cm² de AOL na gestação e reduziram 9,09% na lactação. A AOL/100kg de PC apresentou uma redução de 6,60 e 6,85%, respectivamente para BOF e AOF no período de gestação. Vacas da BOF mantiveram uma média de 12,1 cm²/100 kg de PC e as vacas mantidas na AOF apresentaram uma redução de 9,98% na lactação. O marmoreio reduziu 10,4% na BOF e manteve-se na média de 3,83% na AOF no período avaliado de gestação e um aumento de 21,3 e 12,6% na lactação na BOF e AOF, respectivamente. Vacas mantidas na BOF apresentaram uma redução na EGS e EGS/100kg de PC em 20,5 e 14,6%, respectivamente na gestação, e mantiveram-se as médias de 3,19 mm de EGS e 0,77 mm de EGS/100kg de PC durante a lactação. No entanto, vacas da AOF mantiveram-se com uma média de 3,91 mm de EGS e 0,86 mm de EGS/100 kg de PC na gestação, já na lactação ocorreu uma redução de 13,4% EGS e uma 7,05% na EGS/100 kg de PC. A oferta de forragem não afetou ($P > 0,21$) a produção e composição do leite em nenhum período avaliado da lactação (30,120 e 210 dias pós-parto). Bezerros filhos de vacas mantidas na AOF apresentaram maior ($P < 0,01$) PC ao nascimento (34,9 vs. 39,1 kg), peso ajustado aos 120 dias (123 vs. 136 kg) e peso ajustado aos 205 dias no desmame (174 vs. 188 kg) comparado a bezerros de vacas mantidas na BOF. Houve efeito de período ($P < 0,01$) para ganho médio diário (GMD). O GMD foi maior

durante o nascimento até 120 dias em comparação com 121 dias até o desmame (0,777 vs. 0,608 kg/dia). As medidas de ultrassonografia de carcaça dos bezerros não foram influenciadas ($P \geq 0,13$) pela nutrição materna, exceto uma tendência ($P = 0,10$) para maior marmoreio (2,30 vs. 2,53%) em bezerros filhos de vacas mantidas na AOF durante gestação. Conclui-se que a alta oferta de forragem proporciona melhor condição corporal para as vacas no parto, entretanto, não afeta a reprodução, produção e composição do leite. Além disso, a alta oferta de forragem na nutrição materna promove bezerros mais pesados do nascimento até o desmame.

Palavras-chave: desempenho, Nelore, oferta de forragem, programação fetal

Impact of forage allowance during the middle and late thirds of pregnancy on the performance of the Nellore cow/calf pair until weaning

ABSTRACT - The objective was to evaluate the impact of two forage allowances on the Nellore cow/calf pair's performance during the pregnancy and lactation phases. Seventy-two male pregnant Nellore cows were used [body weight (BW) = 444 ± 42 kg and body condition score (BCS) = 3.66 ± 0.28] were kept on *Urochloa brizantha* cv. Marandu, under two forage allowances [low (LFA): 2.81 and high (HFA): 7.58 dry matter (DM)/kg BW] from the middle to third of pregnancy (d-151) until calving season (d0) and under the same conditions in the lactation phase (d1 to d240). The experimental design was in a randomized block (blocked by initial BW; 6 cows/paddock, 6 paddocks/treatment), containing 6 blocks, and the experimental unit was the animal (paddock). The grazing method used was continuous with fixed load, the forage mass was estimated using the double sampling method, and the qualitative characteristics were performed using simulated grazing. As expected, there was a difference ($P < 0.01$) between forage allowance, influencing the quantitative and qualitative characteristics of the pasture ($P \leq 0.05$). The forage mass showed variations, in the pregnancy phase, from 5022 to 3478 kg DM/ha with a reduction of 31.9% for LFA and from 5193 to 7188 kg DM/ha with an increase of 40.7% for HFA. There was an interaction between forage allowance $\times$ period ($P < 0.01$) for BW and BCS. Since cows kept in HFA had higher BW (+ 43kg) and BCS (+0.40 points, $P < 0.01$) during the pregnancy phase. During lactation, the BW was the same for cows kept on LFA and HFA (on average 422 kg), while the BCS at weaning was greater for cows kept on HFA (+0.20 points, $P < 0.01$). The pregnancy rate in the subsequent breeding season was not affected by the forage allowance during pregnancy, with an average of 66% ($P = 0.90$). There was an interaction between forage allowance $\times$ period ($P \leq 0.03$) for the rib eye area (REA; cm² and cm²/100 kg BW), marbling, subcutaneous fat thickness (SFT; mm and mm/100kg BW). The REA in cows fed LFA decreased by 12.1% in the pregnancy phase and remained at an average of 52.2 cm² in lactation. On the other hand, cows fed HFA maintained an average of 57.4 cm² of REA during pregnancy and a reduction of 9.09% in REA during lactation. The REA in cm²/100kg of BW showed a reduction of 6.60 and 6.85%, respectively, for LFA and HFA in the pregnancy phase. Cows fed LFA maintained an average of 12.1 cm²/100 kg of BW, and the cows fed HFA showed a 9.98% reduction in lactation. Marbling decreased 10.4% in the LFA and remained at an average of 3.83% in the HFA in the pregnancy phase and increased 21.3 and 12.6% in lactation in the LFA and HFA, respectively. Cows fed LFA showed a reduction in SFT and SFT/100kg BW by 10.5 and 14.6%, respectively, during pregnancy, and the averages of 3.19 mm and 0.77 mm/100 kg of BW during lactation. However, cows fed HFA maintained an average of 3.91 mm in SFT and 0.86 mm in SFT/100 kg BW during pregnancy, whereas in lactation, there was a 13.4% reduction in SFT and a 7.05 % in SFT/100 kg of BW. The forage allowance did not affect ($P > 0.21$) milk production and milk composition in any evaluated period of lactation (30, 120 and 210 days postpartum). Calves born from cows fed HFA had greater BW ($P < 0.01$) at birth (34.9 vs. 39.1 kg), adjusted BW at 120 days (123 vs. 136 kg) and adjusted BW at

205 days (weaning; 174 vs. 188 kg) compared to calves from cows fed LFA. There was a period effect ($P<0.01$) for average daily gain (ADG). The ADG was greater during birth to 120 days compared to 121 days until weaning (0.777 vs. 0.608 kg/day). Calf carcass ultrasound measurements were not influenced ($P\geq 0.13$) by maternal nutrition, except for a trend on marbling ($P=0.10$) where calves born from cows fed HFA had greater ADG compared to calves born from cows fed LFA (2.53% vs. 2.30). In conclusion, the high forage allowance provides better body condition for the cows at calving and does not affect the reproduction, production and composition of milk. Also, the high forage allowance in maternal nutrition promotes heavier calves from birth to weaning.

Keywords: fetal programming, forage allowance, Nellore, performance

1. INTRODUÇÃO

A pecuária de corte brasileira é caracterizada pelo impacto socioeconômico e pela ampla distribuição territorial. Devido as grandes dimensões e a diversificação dos sistemas produtivos, é possível encontrar níveis tecnológicos dos mais baixos aos mais sofisticados (Vaz et al., 2014). Estes sistemas, em sua grande maioria, têm como base o uso de pastagens tropicais (Millen e Arrigoni, 2013). Ao mesmo tempo, a sazonalidade na produção de forragem, durante o ano, promove oscilações na qualidade do pasto, tanto no teor de proteína bruta (PB) como na fibra indigestível, assim como na quantidade de matéria seca (MS) disponível (Roth et al., 2017); com concentração de crescimento de 70 a 80% no período das águas e 20 a 30% no período da seca (Reis et al., 2011).

Neste contexto, é comum encontrar animais com deficiências nutricionais durante o período de escassez de forragem (Reis et al., 2009). Dentre as categorias que sofrem com a sazonalidade de produção de forragem, destaca-se as vacas de corte. Via de regra, os protocolos reprodutivos acontecem quando as pastagens se encontram em crescimento, porém, uma vez gestantes, passam a ser desafiadas pela baixa quantidade e qualidade da forragem, concomitante com aumento da exigência nutricional, em função do desenvolvimento fetal (Paulino e Duarte, 2014).

O fator desnutrição afeta diretamente o aumento no intervalo entre partos e provoca falhas reprodutivas em vacas (NASEN, 2016). Além disso, a nutrição materna é importante no desenvolvimento fetal, particularmente, nos terços médio e final da gestação (Lemaster et al., 2017). A avaliação da nutrição materna, com efeitos no feto e desenvolvimento posterior da progênie, é chamada de programação fetal. Este conceito envolve alterações específicas nos mamíferos durante o crescimento intrauterino, que modifica quantitativamente e qualitativamente a trajetória do desenvolvimento animal ao longo da vida (Duarte et al., 2013; Marques et al., 2016).

Deste modo, a nutrição também afeta diretamente a condição corporal do animal, onde o escore de condição corporal (ECC) no parto, em vacas leiteiras, está associado a produção e a composição do leite (Roche et al., 2007). No entanto, essas respostas parecem não ser semelhantes em vacas de corte, sendo as diferenças função dos processos metabólicos durante balanço energético negativo, maior em vacas leiteiras de alta produção (Lake et al., 2005). Desta forma, o manejo do pasto

baseado em oferta de forragem pode melhorar a resposta do par vaca/bezerro (Do Carmo et al., 2016). No entanto, até o presente momento o conhecimento é limitado sobre utilização de ofertas de forragem em sistemas avaliando desempenho do par vaca/bezerro de corte.

Dessa forma, estudos que avaliem a nutrição materna e produção de leite de vacas Nelore são necessários para se entender o impacto desses fatores no desempenho da vaca e do bezerro durante o desenvolvimento fetal e na fase de aleitamento.

2. OBJETIVO

Avaliar o impacto de duas ofertas de forragem durante os terços médio e final de gestação no desempenho do par vaca/bezerro Nelore durante os terços médio e final de gestação e durante a lactação.

3. HIPÓTESE

Nossa hipótese é que vacas mantidas em alta oferta de forragem durante os terços médio e final de gestação apresentariam melhor condição corporal no parto e durante a fase de lactação sem alteração na produção e composição do leite e que seus bezerros apresentariam melhor desempenho em relação aos bezerros filhos de vacas mantidas em baixa oferta de forragem durante gestação.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. Estacionalidade de produção e oferta de forragem

A estacionalidade produtiva de forragem é uma realidade em diversos países do mundo, onde encontramos excesso de forrageiras com alto valor nutritivo em determinadas épocas do ano e escassez quantitativa e qualitativa em outros momentos (Reis et al., 2009). Entretanto, os efeitos das condições climáticas no crescimento vegetal podem ser bem mais severos em algumas regiões e países, em função dos baixos índices pluviométricos, por exemplo. Desta forma, Santos (2009) mostra que, independentemente do manejo do pastejo utilizado, apenas 2,4% do

crescimento total do *Urochloa brizantha* cv. Marandu ocorre no inverno, enquanto na primavera e no verão, esses valores são, respectivamente, de 42,8% e 54,8%.

Em função da estacionalidade, forrageiras apresentam maior senescência foliar durante o período do inverno, acompanhado de baixo crescimento, sendo que, a senescência acentuada indica redução no valor nutritivo (Santos et al., 2008). Diante da situação, Euclides et al. (2009) e Eduardo et al. (2010) relataram que o valor nutritivo das forrageiras reduzem no período de inverno, principalmente para os teores de PB, além da redução na digestibilidade *in vitro* e aumento na proporção de fibra em detergente neutro. Gomes Jr. (2000) observou variação estacional no valor nutritivo de pastagens de *Urochloa decumbens*, entre dezembro de 1997 e outubro de 1998, e constatou que nesse período os teores de PB diminuíram de 8,75 para 3,53% e os de fibra em detergente neutro aumentaram de 71,0 para 80,5%.

Neste contexto, a oferta de forragem reduz no período seco devido ao baixo acúmulo de forragem neste período, conseqüentemente, a disponibilidade de nutrientes para animais em condições exclusivas de pastejo. Em ambientes com grande variação na produção de forragem, devido a sazonalidade, a taxa de lotação ideal para atingir uma meta de desempenho específica varia muito entre as estações e anos (Aiken, 2016). Sendo que, o consumo de forragem pode explicar entre 60 e 90% da variação no desempenho animal, e a concentração de nutrientes na forrageira consumida de 10 a 40% da variação no desempenho animal (Van Vuuren, 1994; Chapman et al., 2007).

Assim, o ajuste na oferta de forragem é um método usado para controlar a intensidade de pastejo (Sollenberger et al., 2005). Em que, a oferta de forragem é a relação entre a massa da forragem e o peso corporal do animal, proporcionando uma mensuração instantânea da relação forragem-animal (Allen et al., 2011). A oferta de forragem, como parâmetro para prever o desempenho animal, possui melhor precisão em relação a taxa de lotação (Sollenberger et al., 2005).

Dessa forma, a produção de bezerros é um processo de longo prazo e energeticamente ineficiente no contexto dos sistemas pecuários de cria (Do Carmo et al., 2016). Combinar as exigências das vacas e o consumo de energia, em ecossistemas de pastejo, com a estacionalidade na produção de forragem e a variação no valor nutritivo é um dos principais desafios para a intensificação dos

sistemas pecuários de cria (Tittonell et al., 2016). Assim, o manejo do pasto baseado em oferta de forragem pode melhorar a resposta econômica e ambiental dos sistemas de bezerros de corte (Do Carmo et al., 2016). No entanto, conforme destacado por Claramunt et al. (2018), o conhecimento é limitado sobre utilização de ofertas de forragem para as respostas vaca/bezerro.

4.2. Sistema de cria na pecuária de corte

O sistema de cria é caracterizado como uma parte em três das etapas da bovinocultura de corte: cria, recria e terminação, correspondendo a aproximadamente 42% do rebanho em fazendas de ciclo completo (Gionbelli et al., 2017), sendo que, o sistema de produção de bovinos de corte é constituído por um conjunto coordenado de etapas inter-relacionadas que têm como objetivo final a produção de carne, obtendo-se benefícios econômicos (Herring, 2014).

Segundo o ANUALPEC (2015), entre o ano de 1996 e 2013 houve evolução dos indicadores de eficiência de cada fase no Brasil, em que, na cria houve aumento de 17% na taxa de natalidade (de 60 para 70%) e de 22% na taxa de desmama (de 54 para 66%); na recria a idade ao primeiro parto teve redução de 25% (de 4 para 3 anos) e na terminação houve redução em 37% da idade ao abate (de 4,5 para 3,2 anos) e melhoria da taxa de abate em 30% (de 17 para 22,2%). Estes indicadores refletem a eficiência de cada fase e observa-se que a terminação foi a que alcançou maiores ganhos de produtividade, enquanto a cria foi a que menos evoluiu, o que pode estar associado à baixa adoção de tecnologias (Dill et al., 2015).

A cria uma das categorias que mais sofrem com a redução no suprimento de nutrientes, devido as maiores exigências nutricionais para manutenção, crescimento, reprodução e pela grande demanda de nutrientes para produção de leite (Lana e Gomes Jr., 2002). Diante disso, é imprescindível conhecer quais os fatores e componentes biológicos que impactam na produtividade e na eficiência não sistema de cria.

Desta forma, existem alguns indicadores para avaliar resultados dos sistemas de cria, entre eles a produtividade por área, razão entre os quilogramas de peso animal produzido e a área total utilizada para a produção (Monjardino et al., 2015; Nasca et al., 2015; Ruviaro et al., 2016). A forma de mensuração da produtividade é

muito variável, podendo ser através da soma dos quilogramas de bezerros desmamados e de vacas de descarte vendidas por hectare (Beretta et al., 2001; Nasca et al., 2015), apenas por quilogramas de bezerros desmamados por hectare ou, ainda, por quilograma de bezerro desmamado pelo número de vacas submetidas à reprodução (Baker e Carter, 1976).

Os indicadores que direcionam para a eficiência do sistema que, no caso da cria, busca equilibrar as necessidades do rebanho de cria com outros componentes da produção, sendo desafio diário maximizar o número de bezerros nascidos e criados até o desmame e, por sua vez, maximizar a eficiência materna (Walmsley et al., 2016). Sugere-se que a eficiência é recíproca, ou seja, a eficiência total do sistema de corte está altamente associada com a eficiência materna, já que ela inclui a produção do rebanho e a fase de crescimento do bezerro no período pré-desmama (Archer et al., 1999). Assim, a eficiência materna é uma característica composta, que é influenciada por componentes subjacentes como fertilidade, sobrevivência e tamanho adulto (Mwansa et al., 2002).

Desta forma, a máxima eficiência materna está intimamente associada à adequação das necessidades alimentares do rebanho com a sazonalidade da oferta de pastagens, mas também é influenciada pela forma como os nutrientes são divididos entre as funções corporais concorrentes, como crescimento, lactação e futura reprodução (Ferrel e Jenkins, 1985). O desempenho da progênie, conforme determinado pelo ambiente materno e pelo potencial genético, também desempenha papel crítico na determinação da eficiência materna (Sacco et al., 1989). Consequentemente, a eficiência materna é caracterizada pelas interações de fatores como sanidade do rebanho, manejo e principalmente a nutrição materna.

Dessa forma, visto o alongamento do processo transformativo da cria para terminação, é desejável que modelos de economia pecuário antecipem oscilações na demanda para que gargalos na estrutura produtiva sejam antecipados e prevenidos, sem reduzir as buscas por eficiência.

4.3. Exigência nutricional de vacas de corte

Exigência de energia e proteína de manutenção

As necessidades de energia de manutenção são definidas como a quantidade de ingestão de energia alimentar que resulta em ganho líquido zero de energia dos tecidos do corpo do animal (NASEM, 2016). A energia gasta pelo rebanho de cria representa cerca de 70% do total de energia gasto em um sistema de bovinos de corte de ciclo completo (Ferrell e Jenkins, 1984a; Ritchie, 1995); sendo utilizado para manutenção de vacas adultas, algo próximo de 50% da energia do sistema (Ferrell e Jenkins, 1984b).

A necessidade de energia de manutenção difere entre os animais, com grande parte desta variação atribuída a diferenças no gasto de energia dos órgãos viscerais como coração, fígado, pulmões e rins (Ferrell e Jenkins, 1985), sendo considerados os tecidos de maior atividade metabólica, em função da alta taxa de *turnover* proteico e transporte iônico ativo. Segundo Caton e Dhuyvetter (1997), os tecidos viscerais e musculares consomem, respectivamente, 50% e 23% da energia utilizada para manutenção, e tal diferença pode ser atribuída à maior taxa de *turnover* proteico dos órgãos viscerais em relação ao tecido muscular. O fígado e trato gastrointestinal são responsáveis pela utilização de 36 a 54% do total do oxigênio consumido por bovinos lactantes, ou em crescimento, e realizam entre 25 a 45% da síntese proteica total. Desta forma, o tamanho do fígado e do trato gastrointestinal juntos de bovinos, variam de 6 a 9% do peso corporal (PC), podendo resultar em alterações nas exigências nutricionais nos animais com diferentes condições nutricionais (Caton e Dhuyvetter, 1997; Chilliard et al., 1998).

Ao mesmo tempo, a elevação da ingestão de energia aumenta o gasto de energia pelos órgãos e tecidos, o que contribui para diferenças na energia de manutenção entre animais em diferentes locais. Lofgreen e Garrett (1968) determinaram que a produção de calor, em jejum, de bovinos de corte varia de 72 a 82 kcal/PC^{0,75}, com valor médio de 77 kcal/PC^{0,75}. No entanto, estes autores não encontraram diferença na exigência de energia de manutenção (EEM) entre novilhas e novilhos. NASEM (2016) define a exigência de EEM de gado de corte em 0,077 Mcal/PC jejum^{0,75}; sendo a eficiência de uso de energia metabolizável (EM) para lactação e manutenção semelhante para bovinos de corte. As exigências durante a lactação foram consideradas 20% maiores do que aqueles para manutenção (NASEM, 2016), com variação de 10 a 49% entre indivíduos. Entretanto, os valores

de EM de manutenção (EMm), estimados para vacas zebuínas, não gestantes e não lactantes, são cerca de 5% menores do que aqueles estimados para vacas taurinas (Angus × Hereford) de mesmo PC.

Segundo BR-CORTE (2016), a exigência de energia líquida de gestação para vacas zebuínas gestantes é 30% menor, quando comparada àquela adotada pelo sistema americano (NASEM), no entanto, quando transformada em EM de gestação, o valor de energia líquida de gestação deve ser dividido pela eficiência de uso da EM para gestação (kgest), em que, o valor de kgest de 12% encontrado por Gionbelli et al. (2015a) é bastante próximo ao valor médio de 14% obtido por Ferrell et al. (1976) para gestação de vacas taurinas e próximo também do valor de 13% adotado pelo NASEM (2016) com base em uma média resultados de trabalhos envolvendo ovinos e bovinos.

O BR-CORTE (2016) propõe que a exigência de proteína metabolizável para manutenção seja obtida pela relação entre o consumo de proteína metabolizável (CPM, g/dia), proteína retida nos tecidos maternos (PRtm, g/dia) e PC metabólico médio em jejum ($PCJ^{0,75}$). O CPM necessário para manter o conteúdo corporal de proteína estável é igual a 3,93 g/kg de $PCJ^{0,75}$, o qual representa o valor de proteína metabolizável de manutenção (PMm) para vacas zebuínas não gestantes e não lactantes.

Estudos com bovinos de corte de elevado potencial para crescimento e produção de leite mostram maior EEM (Ferrell e Jenkins, 1985; Jenkins e Ferrell, 2007). Entretanto, animais de elevado potencial de produção podem ser afetados de forma negativa no desempenho reprodutivo quando experimentam períodos de restrições energéticas e proteicas (Jenkins e Ferrell, 2007). Além disso, qualquer limitação na ingestão de energia e proteína pode reduzir o desenvolvimento intrauterino e a produção de leite, devido aos desvios para manutenção de tecidos e funções reprodutivas, o que consequentemente reduz o desempenho dos bezerros.

Particionamento de nutrientes para gestação e implicações da restrição de nutrientes abaixo da manutenção

Para partição de energia, o NRC (2001) determinou que a eficiência de uso de energia de manutenção para produção de leite e ganho de PC em vacas em lactação

seria, respectivamente, de 0,64 e 0,75, já a eficiência do uso de EM para vacas não lactantes foi determinada como 0,64 para produção de leite e 0,60 para ganho de PC. Além disso, Moe e Tyrrell (1972) determinaram, para vacas gestantes, que a eficiência do uso de EM acima da manutenção deve ser 60% e abaixo da manutenção 84%.

O BR-CORTE (2016) estimou, através de equações, a exigência de PMm para uma vaca zebuína com 285 dias de gestação, 500 kg e vindo a parir um bezerro com 32 kg ao nascimento, de 356 g/dia. Essa exigência corresponde a 88% da exigência total de PMm dessa mesma vaca (405 g/dia). Passando a considerar a mesma vaca, nos últimos 90 dias de gestação, a exigência média de proteína metabolizável para gestação é de 235 g/dia, o que corresponde ao aumento médio de 58% nas exigências de proteína, em relação à manutenção (sem considerar ganho de tecidos maternos). Sendo que, aproximadamente 75% do crescimento fetal ocorre durante os últimos 2 a 3 meses de gestação em ruminantes (Robinson et al., 1977; Reynolds et al., 2018).

O aumento das exigências nutricionais se dá em função do metabolismo da placenta, em resposta às demandas fetais de nutrientes para crescimento, e com o aumento da idade gestacional (Battaglia e Meschia, 1988; Pere, 2003; Bell et al., 2005). Como interface entre a vaca e o feto, a placenta tem múltiplas funções para o sucesso da gestação, como o transporte de oxigênio, nutrientes, íons e micronutrientes-chave da mãe para o feto, bem como resíduos, como dióxido de carbono e ureia, na direção oposta (Sibley et al., 1997). A placenta também converte os nutrientes que recebe em outras formas para fornecer substratos alternativos para o metabolismo e o crescimento feto-placentário, sendo que, estes têm papéis importantes na manutenção da quiescência uterina e nas adaptações fisiológicas maternas à gravidez, que são essenciais para atender às crescentes demandas de nutrientes do feto em crescimento (Vaughan e Fowden 2016).

Dessa forma, a restrição de nutrientes em vacas gestantes, resultando em nível de alimentação abaixo da manutenção, pode levar a efeitos prejudiciais na progênie. Neste contexto, Du et al. (2010) descreveram que a restrição alimentar abaixo da manutenção pode ocasionar diminuição nas fibras musculares e massa muscular geral, bem como redução no desenvolvimento de adipócitos, levando ao menor desempenho da progênie ao longo da vida. A reprodução destas vacas também pode ser afetada; Buskirk et al. (1992) relataram tendência de redução na

atividade lútea e menor taxa de ciclagem em vacas Angus lactantes alimentadas abaixo do nível de manutenção. Chilliard et al. (1998) observaram que a subalimentação pode afetar funções regulatórias reprodutivas, resultando em puberdade tardia em novilhas, supressão de ovulação, aumento da mortalidade embrionária e do intervalo pós-parto.

Contudo, estudos da mobilização de tecido muscular, para suporte da produção de leite, são bastantes limitados em vacas de corte, uma vez que é difícil determinar a partição de energia e, além disso, a mobilização de tecidos prioriza órgãos essenciais, em detrimento da produção de leite (Chilliard et al., 1998). Já a eficiência da mobilização de tecido corporal para apoiar a manutenção, em tempos de restrição de nutrientes, é de aproximadamente 80% (NASEM, 2016). Desta forma, a possibilidade de perpetuação dos efeitos de redução de eficiência produtiva em função da restrição de nutrientes.

4.4. Condição corporal e ultrassonografia de carcaça de vacas de corte

O ECC é uma estimativa subjetiva das reservas energéticas metabolizáveis do tecido adiposo (NRC, 2001). A avaliação do ECC de vacas de corte pode ajudar nos ajustes nutricionais para garantir que estes animais tenham as condições ideais para cada fase específica de produção (Ayres, 2008). A pontuação da condição corporal pode ser realizada visualmente, utilizando as escalas de 1 a 9, onde 1 = muito magro e 9 = extremamente obeso (NASEM, 2016), ou de 1 a 5, onde 1 = muito magro e 5 = extremamente obeso (Houghton et al., 1990a).

Uma vaca com ECC de 3,25 ao parto (na escala de 1 a 5; pontos repartidos em 0,25) permite que esse animal suporte restrição nutricional moderada, com perda de peso modesta após o parto e, ao mesmo tempo, retorne ao estro mais rápido (NRC, 2000), além de poder alcançar intervalo satisfatório entre o parto e a concepção subsequente (60 a 90 dias). Por outro lado, animais que apresentam ECC menor que 3,25, próximo ao parto, podem apresentar retardo no desenvolvimento fetal e perdas reprodutivas, resultando em maior intervalo de parto no rebanho (NRC, 2000).

A avaliação do ECC dentro de um rebanho de vacas é muitas vezes mais confiável do que monitorar as mudanças no PC, isoladamente, para avaliar as reservas nutricionais da vaca (Ayres, 2008). Condições impróprias (acima ou abaixo

da pontuação desejada) pode levar a aumento no intervalo pós-parto, redução da produção de leite, perda de vigor do bezerro e até mesmo a ocorrência de dificuldade de parto. Desta forma, Buskirk et al. (1992) mostraram que vacas Angus, com parto na primavera e com ECC menor que 3,0 (escala de 1-5), apresentaram taxa de ciclagem 50% menor no final da temporada de reprodução do que vacas contemporâneas com ECC maior ou igual a 3,0.

Uma relação linear entre mudança no PC e ECC é bem suportada (Buskirk et al., 1992; Ferrell e Jenkins, 1996; Lalman et al., 1997). Utilizando escala de 1 a 5 pontos, Buskirk et al. (1992) determinaram 37,8 kg de mudança de PC/unidade de ECC, enquanto Ferrell e Jenkins (1996) relataram 51 kg de variação de PC/unidade de ECC. Para vacas, NASEM (2016) determinou variação média de PC de 50,9 kg/unidade de ECC, sendo essa relação linear e com variação de 7,11% no PC em jejum/unidade de ECC.

Além do ECC, o ultrassom pode ser utilizado para determinar a composição corporal (Schroder e Staufenbiel, 2006). Segundo Yokoo et al. (2011), as características obtidas por meio da ultrassonografia em tempo real mais utilizadas são área de olho de lombo (AOL), medida de musculosidade; marmoreio; espessura de gordura subcutânea (EGS) e espessura subcutânea de gordura na garupa (EGP9), as quais são indicadores de reserva de gordura corporal, importante para mensurações em vacas durante períodos gestacionais e durante estações reprodutivas, em que, nos permite observar a condição nutricional dos animais.

A técnica de ultrassonografia de carcaça, utilizada por Schroder e Staufenbiel (2006), indicou a alteração de 1 mm na EGS está associada a mudança de 5 kg na gordura corporal e 0,5 pontos de ECC visual, em uma escala de 1 a 5 pontos. Correlação de 0,91 a 0,95 foram relatadas entre EGS (ultrassom) e ECC visual (Schroder e Staufenbiel, 2006).

Os diferentes níveis dietéticos para vacas podem resultar em mobilização de tecidos, sendo que, as mobilizações podem ser monitoradas através da ultrassonografia de carcaça. Desta forma, Bowden (1980), a utilização de ultrassom para avaliar a EGS (12^a-13^a costelas), 8 semanas pós-parto e no desmame, observaram que vacas alimentadas na manutenção perderam 0,6 mm de gordura durante lactação, enquanto vacas alimentadas 10% acima da manutenção não

apresentaram alteração na EGS, indicando mobilização das reservas corporais para suportar a produção de leite em vacas alimentadas na manutenção. Segundo Miller e Wilton (1999), em função da nutrição, ou até mesmo do metabolismo animal, quando há aumento na produção de leite pode ocorrer redução na EGS durante o período de lactação em bovinos de corte. Desta forma, a qualidade da nutrição pode ser verificada através das mensurações visuais de ECC e/ou com uso da ultrassonografia de carcaça, monitorando a mobilização de tecido muscular e adiposo em diferentes momentos.

4.5. Programação fetal

O desenvolvimento do conceito envolve períodos cruciais de rápida divisão celular, que ocorre em diferentes tempos da gestação, como o crescimento e a maturação de tecidos e órgãos (Barker, 1993). Durante esses períodos, a nutrição materna pode resultar em mudanças epigenéticas, possivelmente levando a consequências no metabolismo, fisiologia e anatomia da prole (Godfrey e Barker, 2000; Greenwood et al., 2017).

O evento da programação fetal, segundo Lucas (1991), é considerado como o resultado permanente do organismo na presença de estímulos ou insultos ocorridos durante períodos críticos do desenvolvimento pré-natal, em que o feto exposto a um ambiente não usual, durante o seu desenvolvimento, pode apresentar resposta adaptativa duradoura, que se expressa fenotipicamente durante a vida adulta. Na produção animal, este conceito pode ser utilizado para alterar/entender o crescimento pós-natal dos animais, processo que depende tanto da quantidade de nutrientes, quanto da eficiência da transformação metabólica dos nutrientes (Wu et al., 2006).

O estado nutricional no qual o feto e o recém-nascido se desenvolvem tem efeitos a longo prazo sobre sua composição corporal e saúde (Symonds et al., 2010). O sistema útero-placenta possui papel fundamental no processo de desenvolvimento fetal, uma vez que a placenta é o principal órgão responsável pela regulação metabólica e suprimento de nutrientes para o feto (Vaughan e Fowden 2016). Em grandes ruminantes, a placenta coliga-se às carúnculas e as membranas placentárias ligam-se às carúnculas através dos cotilédones, formando a unidade carúncula-cotilédone, chamada de placentoma, que é a área funcional de troca entre mãe e feto,

sendo progressivamente vascularizada para atender ao aumento de demanda fetal (Funston et al., 2010).

As pesquisas sobre a nutrição de vacas prenhes e a resposta no desenvolvimento fetal mostram que a nutrição materna na gestação altera a função intestinal (Yunusova et al., 2013; Prezotto et al., 2016) e desenvolvimento dos tecidos muscular e adiposo (Du et al., 2010; Duarte et al., 2014; Gionbelli et al., 2017), com efeitos permanentes na prole (Wu et al., 2006; Underwood et al., 2010). Claramente, o estado nutricional materno é um dos fatores que programam a partição de nutrientes e, em última análise, o crescimento e desenvolvimento fetal ao longo da gestação (Wallace, 1948; Wallace et al., 1999; Godfrey e Barker, 2000; Rehfeldt et al., 2004; Stickland et al., 2004).

Alterações que acontecem nos miócitos, adipócitos e fibroblastos são todos derivados do mesmo pool de células progenitoras durante o desenvolvimento embrionário. Na embriogênese precoce de células multipotentes mesenquimais, primeiro divergem em linhagens progenitora miogênica e progenitora adipogênica-fibro gênica. As células miogênicas progenitoras fetais desenvolvem-se em fibras musculares e células satélites, enquanto as células fetais progenitoras adipogênicas-fibro gênicas desenvolvem-se em fração do estroma vascular do músculo esquelético em que residem os adipócitos, fibroblastos e células progenitoras residentes (Figura 1; DU et al., 2013).

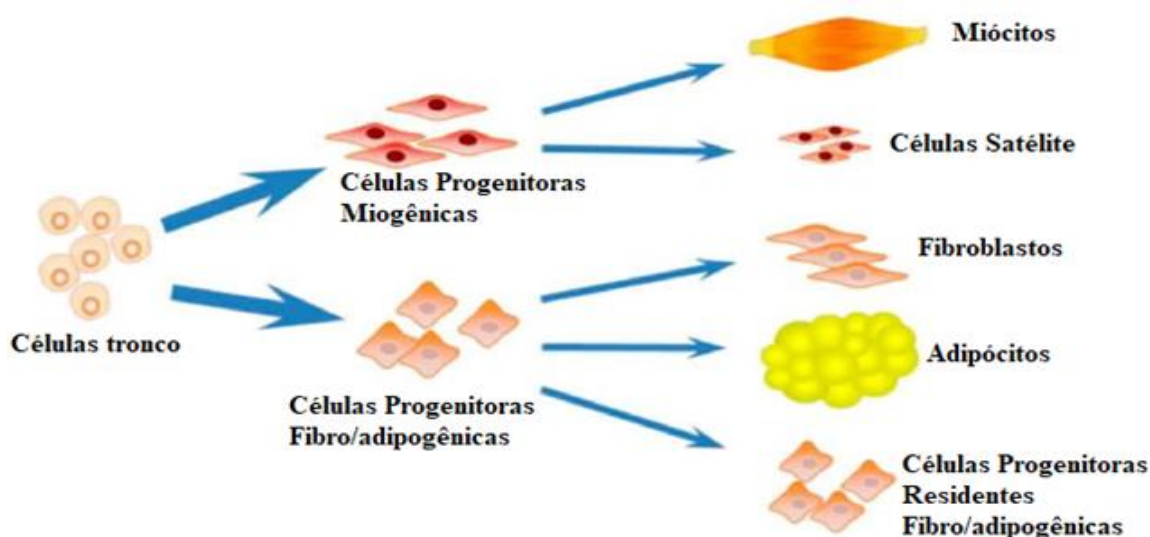


Figura 1. Células progenitoras mesenquimais nas linhagens miogênica e adipogênica/fibro gênica durante o desenvolvimento muscular fetal. Fonte: Adaptado de Du et al. (2013).

Nexte contexto, a miogênese é o processo de formação das fibras musculares e está sob controle de proteínas reguladoras com sinais positivos por Wingless e Int (Wnt), Sonic hedgehog (SHH), Pax 3 e Pax 7 (Hyat et al., 2008; Maroto et al., 1997; KassarDuchossoy et al., 2005). A sinalização Wnt é importante para a ativação da miogênese (Cossu; Borello, 1999). A expressão da Pax 3 e Pax 7 em células tronco mesequimais induz a expressão de fatores miogênicos regulatórios, conhecidos como MRFs, estes incluem a miogenina, MRF-4, Mio-D e Myf-5 (Stewart; Rittweger, 2006). A regulação do processo envolve a ativação, proliferação e diferenciação de várias linhagens de células miogênicas e depende da expressão e atividade destes fatores transcricionais. Ou seja, as células-tronco mesenquimais comprometem-se em linhagem miogênica após receber sinais dos tecidos vizinhos (Kollias; Mcdermott, 2008). Tais fatores são responsáveis pela ativação de genes capazes de transformar células não musculares em células com fenótipo muscular. Já as células fetais progenitoras adipogênicas são reguladas por vários fatores como CCAAT (*CCAAT/enhancer binding proteins*, C/EBPs) e PPAR μ (receptor gama ativado por proliferadores de peroxissomas) (Moisá et al., 2014). Eles funcionam como parte de uma cascata de eventos, com a indução precoce do C/EBP β e do C/EBP6 levando à indução do C/EBP α . O C/EBP α é um transativador do PPAR μ , e ambos os reguladores da transcrição atuam juntos para promover a adipogênese (Wu et al., 1999). Adicionalmente, estudos identificaram o fator Zfp42 como marcador para estágios iniciais do processo de adipogênese, promovendo a adipogênese através do aumento da expressão de PPAR γ (Gupta et al., 2012). Além disso, o Zfp423 pode regular a expressão do PPAR γ em fibroblastos e induzi-los a se diferenciarem em adipócitos (Gupta et al., 2010). A regulação da fibrogênese é mediada por citocinas e fatores de crescimento. A citocina profibrogenica mais importante é o fator de crescimento transformador beta (TGF- β) e suas isoformas (Liu e Gaston Pravia, 2010). Todas as isoformas de TGF- β via fosforilação ativam as proteínas do complexo SMAD (Letterio e Roberts, 1998). Este complexo ativo é translocado para o núcleo e inicia a transcrição de genes fibrogênicos (Decologne et al., 2007; Gosselin et al., 2004)

Neste contexto, Du et al. (2010) relataram que existem duas ondas de formação

de fibras musculares. Na primeira, formam-se as miofibras primárias, durante o estágio inicial de miogênese, no desenvolvimento embrionário, entre o primeiro e terceiro mês de gestação. Na segunda são formadas as miofibras secundárias, no estágio fetal, do terceiro ao sétimo mês de gestação, contabilizando a maior parte das fibras musculares esqueléticas. A formação de miofibras secundárias se sobrepõe parcialmente com a formação de adipócitos e fibroblastos intramusculares. Juntos, esses três tipos de células - miócitos, adipócitos e fibroblastos - produzem a estrutura básica do músculo esquelético (Figura 2).

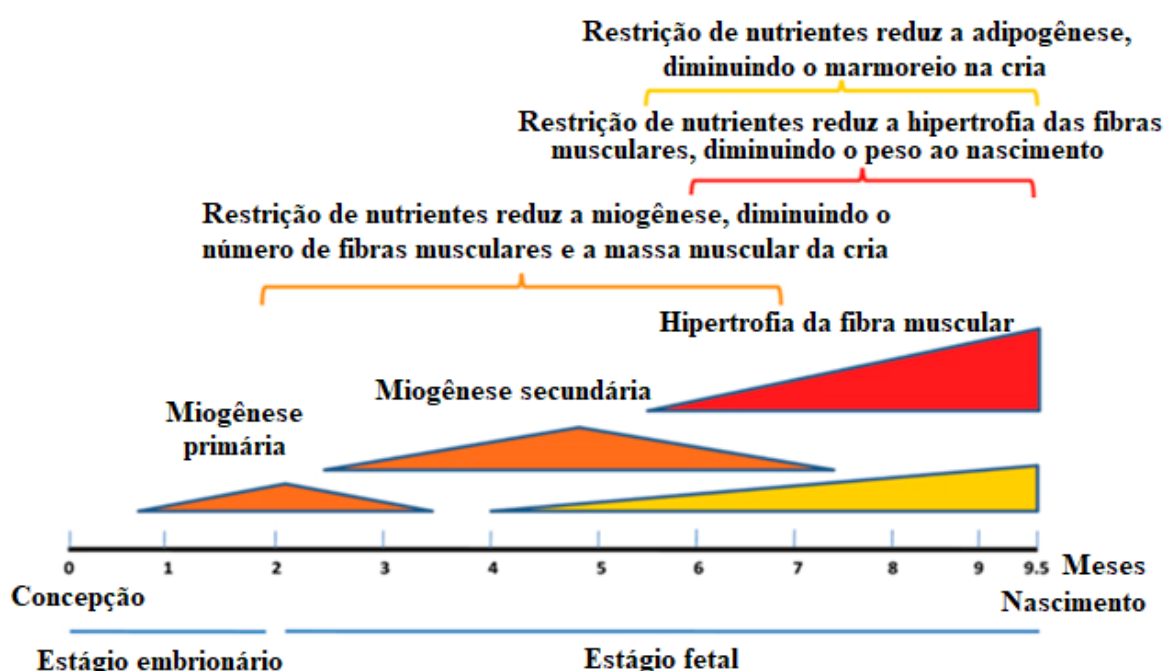


Figura 2. Efeito da nutrição materna no desenvolvimento do músculo esquelético fetal em bovinos de corte. Fonte: Adaptado de Du et al. (2010).

Como mencionado anteriormente, o suprimento materno de nutrientes é o principal impulsionador dos eventos de programação do desenvolvimento e, consequentemente, afetando o desempenho da prole ao longo da vida produtiva (Caton e Hess, 2010; Funston et al., 2012; Reynolds e Caton, 2012; Robinson et al., 2013; Vonnahme et al., 2015, Meyer e Caton, 2016; Reynolds et al., 2017; Reynolds e Vonnahme, 2017). Desta forma, a restrição materna de nutrientes, durante janelas críticas de desenvolvimento (Caton e Hess, 2010; Reynolds e Caton, 2012), pode resultar em perda de eficiência de crescimento da prole. Entretanto, esses efeitos da restrição de nutrientes para o feto, durante a gestação, dependem do momento, nível

e/ou duração da restrição (Reynolds e Caton, 2012; Reynolds et al., 2013; Vonnahme et al., 2015; Zhang et al., 2015).

A restrição nutricional durante o primeiro terço de gestação pode afetar a formação do sistema vascular, comprometendo a capacidade do feto em obter quantidade apropriada de nutrientes e oxigênio, havendo forte correlação entre redução do crescimento do sistema vascular útero-placenta durante o primeiro terço da gestação e crescimento do feto no terço final da gestação (Reynolds e Redmer, 1995). Vonnahme et al. (2004) relataram que vacas alimentadas acima das exigências nutricionais, durante o primeiro terço de gestação, apresentaram ganho de peso 4,25% maior durante a gestação, com bezerros mais pesados ao nascimento. Porém, a longo prazo, não foi observada diferença no PC dos bezerros, quando comparados aos filhos de vacas que apresentaram perda de 6,8% do PC durante o primeiro terço de gestação. Trabalhando com ovelhas prenhas, no primeiro terço de gestação e recebendo 50 e 100% das exigências nutricionais, Zhu et al. (2004) observaram redução no número de fibras primárias e secundárias em animais restritos. Como consequência, o número de fibras musculares nos cordeiros, aos oito meses de idade, foi menor nos filhos de ovelhas que receberam dieta restrita quando comparados ao grupo que recebeu 100% de suas exigências.

A maioria dos dados (Reed et al., 2007; Swanson et al., 2008; Vonnahme et al., 2015) demonstram que a restrição materna de nutrientes durante os últimos dois terços da gestação pode diminuir o crescimento fetal, peso da prole ao nascer e o desempenho ao longo do tempo. Segundo Wilson et al. (2016), novilhos filhos de vacas que consumiram, durante o terço final da gestação, 129% das exigências de PB, não apresentaram maior peso ao nascimento, na desmama e no abate, em comparação aos animais filhos de vacas que consumiram 100% das exigências de PB. Underwood et al. (2010) avaliaram o desempenho de novilhos nascidos de vacas de corte que passaram o terço médio e final da gestação em diferentes condições de pastagem e observaram que o peso ao desmame, ao abate e de carcaça foram menores em animais nascidos de vacas submetidas à pastagem de pior qualidade durante o terço médio da gestação.

Do Carmo et al. (2018) estudaram vacas gestantes Hereford × Angus submetidas a duas ofertas de forragem (4,9 e 2,9 kg de MS/kg de PC). Estes autores

observaram que bezerros, filhos de mães submetidas à alta oferta de forragem, apresentaram ganho de peso ao desmame de +18 e +10 kg no primeiro ano e segundo ano, respectivamente, quando comparados aos filhos de vacas submetidas à baixa oferta. Entretanto, Claramunt et al. (2018) observaram que diferentes ofertas de forragem (2,5 e 4,0 kg de MS/kg de PC), durante gestação, por dois ciclos, não afetou o peso ao nascimento dos bezerros.

De acordo com Copping et al. (2014), aminoácidos oriundos das proteínas pós-digestão têm relevante importância para o desenvolvimento fetal e são utilizados na formação de proteínas para síntese de tecidos, reguladores de secreção hormonal e antioxidantes, além de serem precursores para vasodilatadores (Wu et al., 2006) e neurotransmissores (Konduri et al., 2007). Assim, quando há limitação no fornecimento de nutrientes para o feto, a formação das proteínas fetais pode ser comprometida, promovendo mecanismos que levam a metabolização da proteína corporal do próprio feto (Regnault et al., 2005).

Embora haja elevado número de estudos sobre programação fetal na área de bovinos de corte, ainda não há consenso sobre estratégias de alimentação durante a gestação para garantir os benefícios da programação fetal. Porém, sabe-se que a partir desse complexo tema o controle da miogênese e adipogênese é possível (Moisá et al., 2015; Wang et al., 2015; Moisá et al., 2016); e a elucidação desses mecanismos possibilita a manipulação da diferenciação das células progenitoras, maximizando o desempenho e qualidade da carne bovina (Du et al., 2013).

4.6. Produção e composição do leite de vacas de corte

A produção de leite tem se mostrado uma característica importante no crescimento de bezerros e lucratividade do sistema de cria. O efeito da produção de leite no ganho de peso de bezerros mostrou ser maior no pico da lactação, reduzindo sua importância à medida em que a ingestão de MS do bezerro aumenta através de outros alimentos (Clutter e Nielsen, 1987).

Bailey e Lawson (1981) estimaram que a ingestão de leite forneceu 86% da energia da dieta para crescimento, aos 44 dias de idade, e diminuiu para 19% da energia da dieta ao desmame (6 meses). Ansotegui et al. (1991) relataram que a produção de leite influenciou o crescimento dos bezerros até 60 dias pós-parto, sem

diferença no ganho médio diário dos bezerros após o pico da lactação. Em concordância, Edwards et al. (2017) observaram que o PC de bezerros, aos 58 dias, foi maior nos filhos de vacas com produção de leite entre 8,5 a 10 kg/dia em comparação com vacas com menos de 8 kg/dia de produção, entretanto, o PC do bezerro ao desmame foi semelhante entre os grupos de produção de leite.

A falta de crescimento dos bezerros com leite adicional, após 60 dias, nos estudos de Edwards et al. (2017) e Hatfield et al. (1989) pode ser explicado por diferenças na ingestão de leite e forragem, assim como redução na conversão de leite em ganho de peso nos bezerros (Montano-Bermudez et al., 1990). Van Oijen et al. (1993) relataram que a eficiência da conversão da ingestão de nutrientes em ganho de peso da progênie de vacas de corte, com produção de leite moderada ou alta, foi aproximadamente 3 a 4% menor no desmame do que da prole de vacas com baixa produção de leite.

A ingestão de leite pelo bezerro pode influenciar a utilização da forragem e o desenvolvimento ruminal. Lusby et al. (1976) relataram que o consumo de leite foi negativamente correlacionado com a digestibilidade da celulose. Da mesma forma, o aumento do consumo de forragem tem sido associado ao maior desenvolvimento ruminal, ao comparar com bezerros que consomem pouca ou nenhuma forragem (Otterby e Rust, 1965; Stobo et al., 1966). O efeito do consumo de leite no crescimento do bezerro diminui com o progresso da lactação (Clutter e Nielsen, 1987).

A influência da produção de leite no peso ao desmame tem se mostrado altamente variável, entre 20 a 60% (Robison et al., 1978). Lewis et al. (1990), em metanálise de 14 artigos revisados por pares, relataram que a correlação entre produção de leite e ganho de peso de bezerros variou de 0 a 51%; a produção de leite teve efeito linear positivo no crescimento dos bezerros e no peso ao desmame.

Em ambientes com restrição de forrageiras, o desenvolvimento dos bezerros ao decorrer da fase de aleitamento pode não ser favorecido por vacas com alta produção de leite (Brown et al., 2005; Brown e Lalman, 2010). As mudanças dinâmicas na quantidade e qualidade da forragem podem afetar o crescimento dos bezerros (Grings et al., 2008), o que explicaria a variação nas respostas do crescimento dos bezerros ao aumento da produção de leite da mãe, devido os bezerros também se alimentarem de forragem.

Estudo com vacas de corte mostram que, além da produção, a composição do leite também pode ser alterada ao longo da lactação. A composição do leite pode variar em função do estágio de lactação (Albertini et al., 2012; Rodrigues et al., 2014), raça (Marston et al., 1992) e nível de nutrição (Broderick et al., 2005; Winterholler et al., 2012). Neste contexto, o conteúdo de proteína do leite tende a aumentar com tempo de lactação (Albertini et al., 2012; Rodrigues et al., 2014), com relação semelhante entre o teor de gordura do leite e tempo de lactação. No entanto, Mondragon et al. (1983) relataram que o teor de gordura do leite era maior durante o início da lactação, reduzindo 5,7%, 8,6% e 13,7%, entre 6 e 22 semanas de lactação, para vacas de primeira, segunda e terceira ordem de parto, respectivamente; as concentrações de lactose no leite permanecem constantes durante a lactação. No NRC (2001) observa-se que as concentrações de lactose são as menos variáveis e considera-se que a concentração é uma constante de 4,85% do leite, entretanto quando ocorre variação na lactose pode ser devido à raça da vaca ou ao conteúdo de proteína do leite (NRC, 2001).

Os relatórios sobre o conteúdo de sólidos totais também são variáveis, onde os sólidos totais aumentaram com aumento do estágio de lactação (Rodrigues et al., 2014) ou diminuíram em animais Angus, mas não em gado Simental (Marston et al., 1992). Esses estudos amparam a ideia de que o aumento da ingestão muda o metabolismo de nutrientes, no intuito de sintetizar mais proteína em relação a gordura do leite (Winterholler et al., 2012). O trabalho de Bowden (1980) também apoiou aumento no teor de proteína, com aumento médio de 5,7% para vacas alimentadas 10% acima da manutenção em comparação com vacas alimentadas na manutenção. Fiss e Wilton (1992) expressaram relações entre a quantidade de produção e composição do leite, onde a proteína diminuiu, não houve alteração na lactose e houve tendência de aumento na percentagem de gordura com o aumento da produção.

Diante do exposto, em relação a produção e composição do leite, existem evidências que mostram, através de um processo chamado “impressão metabólica”, que a nutrição nos primeiros meses, após o nascimento, pode causar efeitos de longo prazo na saúde e desempenho durante o período adulto (Lucas, 1991; Koletzko et al., 2009). Stuedemann et al. (1968) avaliaram o crescimento corporal e as características de carcaça de bezerros Hereford nascidos de vacas com diferentes níveis de

produção de leite. No desmame (8 meses de idade), o ganho de peso diário, AOL, EGS, peso da carcaça e marmoreio aumentaram linearmente com aumento da produção de leite da vaca.

Dito isto, mais estudos são necessários para compreensão do impacto da programação fetal e da nutrição nos primeiros meses de vida em bovinos de corte criados a pasto, principalmente em rebanhos zebuínos, como o Nelore, que podem apresentar alterações genéticas e celulares durante o período gestacional, ou até mesmo pós-natal, em sua prole, impactando diretamente em no desempenho durante todas as fases produtivas.

5. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado de acordo com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA) e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Departamento de Descentralização do Desenvolvimento (CEUA-DDD), da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios de São Paulo, com seguinte protocolo nº 0004/2020.

5.1. Local do experimento

O experimento foi realizado na Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), Polo Regional da Alta Mogiana, localizada na cidade de Colina – SP. O clima da região é do tipo AW (segundo classificação de Köppen), representado por duas estações distintas, uma seca, de abril a setembro e outra chuvosa, de outubro a março, onde a temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C e do mês mais frio superior a 18°C (Tabela 1). O solo é classificado como Latossolo Vermelho Escuro, fase arenosa com topografia plana e de boa drenagem (EMBRAPA, 1999).

Tabela 1. Dados climáticos durante os terços médio e final da gestação (06/2019 a 11/2019) e na lactação (11/2019 a 07/2020).

Fases	Precipitação, mm	Dias com chuva	Tmáx. °C	Tmín. °C	Amplitude térmica
17/06 a 17/07 ¹	15	2	27,3	9,1	18,2
18/07 a 16/08 ¹	7	3	28,0	10,9	17,1
17/08 a 15/09 ¹	11	1	32,6	14,4	18,2
16/09 a 15/10 ¹	82	7	32,4	16,5	15,9
16/10 a 14/11 ¹	80	12	33,2	18,6	14,7
15/11 a 24/12 ²	208	25	29,0	16,9	12,1
25/12 a 02/02 ²	227	20	30,2	16,0	14,1
03/02 a 13/03 ²	142	18	28,0	14,9	13,1
14/03 a 22/04 ²	83	8	29,8	14,2	15,6
23/04 a 01/06 ²	21	5	27,5	10,1	17,4
02/06 a 11/07 ²	2	2	28,3	11,2	17,1

¹Fase gestacional; ²Fase de aleitamento; Tmax = temperatura máxima; Tmin = temperatura mínima. Dados: Estação meteorológica da APTA – Colina.

5.2. Fase de gestação (Protocolo de inseminação, animais, caracterização da área e delineamento experimental)

Em 450 vacas Nelore multíparas da própria Instituição, foram realizados 2 protocolos de inseminação artificial em tempo fixo (IATF), sendo que o protocolo de IATF iniciou no d-11, com todos os animais recebendo dispositivo intravaginal contendo 1,9 g de Progesterona (P4) (CIDR®, Zoetis, Guarulhos- SP, Brasil) e injeção intramuscular de 2,0 mg benzoato de estradiol (Gonadiol®, Zoetis, Guarulhos- SP, Brasil). No d -4, todos os animais receberam uma dose intramuscular de 12,5 mg de dinoprost trometamina – 2,5 ml (Lutalyse®, Zoetis, Guarulhos- SP, Brasil). No d-2 o dispositivo de P4 foi retirado de ambos os grupos; administrada dose intramuscular de 0,6 mg de cipionato de estradiol - 0,3 ml (ECP®, Zoetis, Guarulhos- SP, Brasil), 300 UI de gonadotrofina coriônica equina (eCG) – 1,5 ml (Novormon®, Zoetis, Guarulhos- SP, Brasil). No d0 do protocolo, 48 horas após a retirada do dispositivo intravaginal de P4, os animais foram inseminados utilizando sêmen de 3 diferentes touros Nelore. No d30 de cada IATF foi realizado diagnóstico de prenhez e no d 60 a sexagem dos animais, ambos utilizando ultrassom (ALOKA SSD 500 com transdutor de 7,5 MHZ) (Figura 3); sem utilização de touros de repasse. Após sexagem, foram selecionadas 72 vacas prenhas de feto masculino.

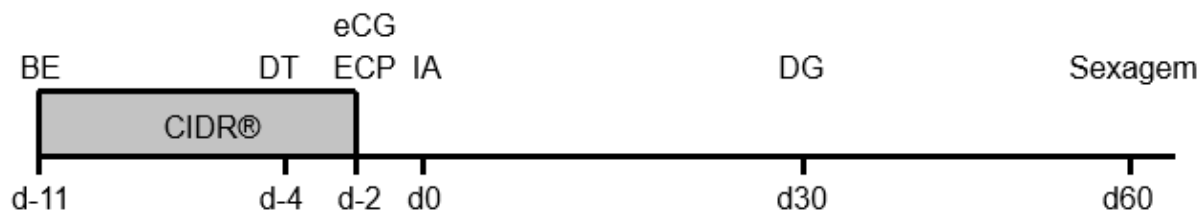


Figura 3. Diagrama de atividades na estação reprodutiva. BE: benzoato de estradiol; DT: dinoprost trometamina; ECP: cipionato de estradiol; eCG: gonadotrofina coriônica equina; CIDR®: Dispositivo intravaginal de Progesterona; IA: inseminação artificial; DG: diagnóstico de gestação.

Foram utilizadas 72 vacas Nelore multíparas de primeira IATF, paridas com bezerro ao pé (até 30 dias após o início do experimento) e peso corporal (PC) médio inicial de 444 ± 42 kg e escore de condição corporal (ECC, escala de 1 a 5) médio inicial de $3,66 \pm 0,28$ (Houghton et al., 1990).

A área experimental foi composta de 12 piquetes (7,5 ha cada), totalizando 90 ha, constituída da forrageira *Urochloa brizantha* cv. Marandu. Todos os piquetes possuíam bebedouro e cochos para suplementação. Os tratamentos foram aplicados do d-151 (início dos tratamentos, 151 dias antes da data prevista de parto) ao d0 (dia do parto) da gestação, sendo:

Baixa oferta de forragem (BOF): 2,81 kg de matéria seca (MS) de forragem/kg de PC

Alta oferta de forragem (AOF): 7,58 kg de MS de forragem/kg de PC

Todos os animais receberam diariamente, durante a fase de gestação avaliada (d-151 a d0), 1 g/kg de PC de suplemento proteico (Tabela 2), as sobras eram retiradas e pesadas diariamente.

Tabela 2. Composição do suplemento proteico ofertado para vacas Nelore na fase gestacional (d-151 a d0) e sal mineral ofertado na fase de aleitamento (d0 a d240).

Níveis de garantia	Sal mineral	Suplemento proteico
Matéria seca, %	-	92
Proteína bruta, %	-	50
NNP Eq. proteico, %	-	40
NDT ¹ , %	-	33
Cálcio max., g/kg	185	48
Cálcio min., g/kg	160	38
Fósforo min., g/kg	80	20
Sódio min., g/kg	107	80
Enxofre min., g/kg	12	15
Magnésio min., mg/kg	5000	5000
Cobalto min., mg/kg	107	45
Cobre min., mg/kg	1300	400
Iodo min., mg/kg	70	25
Mangnês min. mg/kg	1000	260
Selênio min., mg/kg	18	9
Zinco min., mg/kg	4000	1700
Flúor max., mg/kg	800	200
Consumo, g/kg de PC	<i>ad libitum</i>	1

NNP = nitrogênio não proteico; max = máximo; min = mínimo; NDT = nutrientes digestíveis totais; PC = peso corporal.

5.3. Fase de aleitamento

No nascimento, todos os bezerros foram pesados e identificados com o número pré-determinado de acordo com a mãe e tratados com 1 ml de Doramectina 1% para cada 50 kg de PC (Dectomax® injetável; Zoetis, Guarulhos- SP, Brasil) para parasitas internos e externos.

Os animais saíram dos tratamentos empregados nos terços médio e final de gestação após o nascimento dos bezerros, sendo mantidos nas mesmas condições de pastejo (Tabela 3). O histórico do tratamento nos terços médio e final de gestação foram avaliados o par vaca/bezerro até o desmame, avaliando o efeito residual da nutrição materna. Todos os animais receberam sal mineral *ad libitum* na fase de aleitamento (Tabela 2), com fornecimento de 3 em 3 dias. Ao final da fase de aleitamento foi reduzido o número de par vaca/bezerro experimentais de 72 para 56, devido a: 8 vacas pariram fêmeas devido ao erro de sexagem, 4 vacas perderam a

cria, 1 vaca morreu acidentalmente e 3 vacas sofreram aborto.

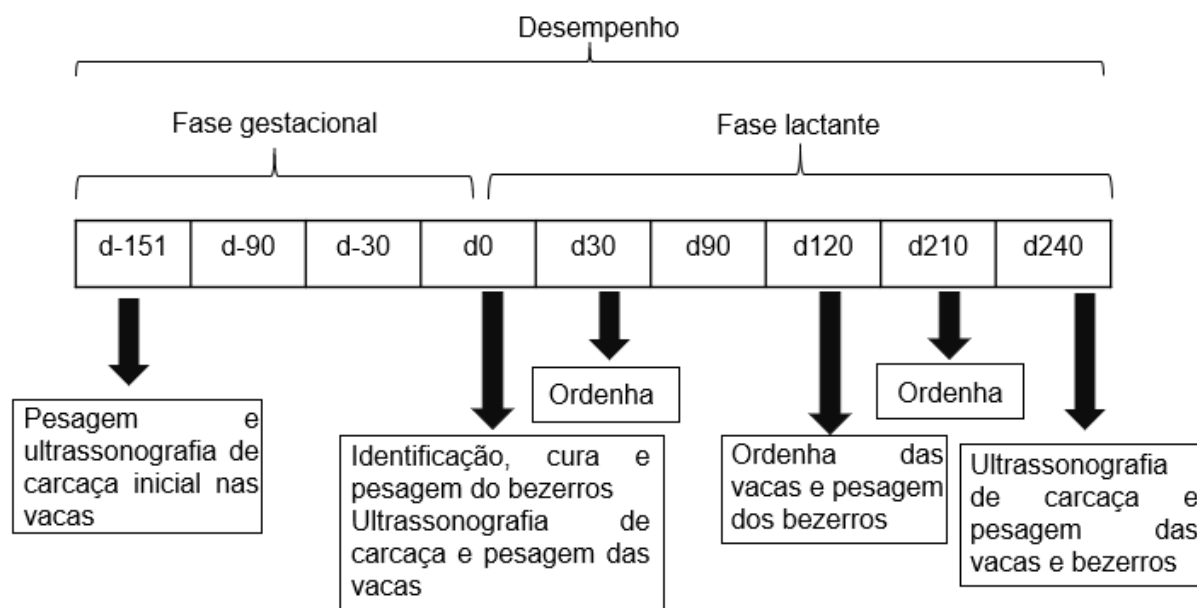


Figura 4. Representação esquemática das mensurações, durante fase gestacional (aplicação do tratamento de BOF e AOF) e de aleitamento, ao longo dos 390 dias (d) experimentais (d-151 a d240).

5.4. Método de pastejo e avaliação quantitativa e qualitativa do pasto

Na fase gestacional (d-151 a d0), foi empregado o método de pastejo contínuo, com taxa de lotação fixa, a fim de causar diferença entre as ofertas, resultando em duas taxas de lotação; 3,4 e 1,7 UA/ha na BOF e AOF, respectivamente.

Durante a fase de aleitamento, foi empregado o pastejo contínuo com taxa de lotação variável, utilizando o método *put and take* (Mott e Lucas, 1952), a fim de manter a altura do dossel em 25 cm (Tabela 3). A taxa de lotação foi determinada pela massa de forragem disponível, juntamente com o PC médio dos animais, avaliados a cada 35 dias.

Tabela 3. Características quantitativas e qualitativas do dossel forrageiro da *Urochloa brizantha* cv. Marandu durante a lactação (d0 ao d240).

Item	0 a 120 dias	Desvio padrão	121 a 240 dias	Desvio padrão
Características quantitativas				
Altura da forragem, cm	30,8	6,27	44,4	5,18
Massa de forragem, kg MS/ha	6352	2233	7946	1726
Massa verde total, kg MVS/ha	2960	1210	1675	115
Massa de folha verde, kg FV/ha	1748	760	85,0	120
Densidade, kg MS/m ³	1,93	0,47	2,05	0,35
Folha verde, %	28,2	8,97	0,95	1,34
Colmo verde, %	18,7	11,9	20,5	4,53
Folha senescente, %	14,7	4,65	32,9	8,56
Colmo senescente, %	38,4	13,4	45,7	11,7
Relação folha: colmo	2,68	2,94	0,05	0,07
Composição química				
Matéria seca, g/kg	311	26,1	696	6,25
Matéria mineral, g/kg	55,7	6,91	53,7	1,44
Matéria orgânica, g/kg	255	27,1	642	7,68
Proteína bruta, g/kg	75,2	19,7	58,9	1,09
Extrato etéreo, g/kg	16,6	5,81	13,0	0,10
Fibra em detergente neutro, g/kg	648	12,8	761	6,65
Fibra em detergente ácido, g/kg	288	30,6	390	1,89
Lignina, g/kg	21,3	5,26	48,5	0,38

MS = matéria seca; MVS: massa verde seca; FV: folha verde

A massa de forragem foi estimada utilizando-se o método da dupla amostragem (Sollenberger e Cherney, 1995), onde a massa era associada as leituras de altura do dossel (100 pontos de altura normal e comprimida) pelo uso do prato ascendente (*rising plate meter*). Em cada piquete eram selecionados três pontos de altura mínima, média e alta (determinados em função de ± 2 desvios padrão). Uma amostra de forragem de 0,25 m² de cada ponto selecionado era coletada ao nível do solo e, posteriormente, uma subamostra era seca em estufa a 55°C por 72 horas para determinação da MS parcial. Depois, realizavam-se equações de regressão linear (Eq. 1), através dos dados de massa e suas respectivas alturas, onde se estabelecia uma relação entre a altura do dossel e a massa de forragem:

$$MF = a + b \times h \text{ (Eq. 1)}$$

Onde: MF = massa de forragem em kg/ha de MS, a = intercepto da regressão e b = coeficiente angular da regressão, h = altura do dossel em cm.

Para avaliação dos componentes quantitativos e estruturais do dossel forrageiro foram coletadas amostras na altura média de cada piquete, sendo dividida em quatro frações: colmo verde, folha verde, colmo morto/senescente e folha morta/senescente. Para estimar o valor nutricional do pasto foi realizado pastejo simulado. As amostras foram coletadas pelo método *hand-plucking* (De Vries, 1995) e parcialmente secas a 55°C por 72 horas em estufa de ventilação forçada e, em seguida, moídas em moinho do tipo Willey (modelo MA680, Marconi, Piracicaba, Brasil), utilizando peneira de 1 mm e 2 mm.

As amostras, moídas em peneira de 1 mm, foram destinadas para determinação dos teores de MS (método 934.01), matéria mineral (MM, método 942.05), extrato etéreo (EE, método 920.39) e proteína bruta (PB, método 978.04) de acordo com a AOAC (1995). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) foram determinadas conforme a metodologia sequencial descrita por Robertson et al. (1981) e lignina pelo método descrito por Goering e Van Soest (1970). A proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e a proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), segundo metodologia descrita por Detmann et al. (2012). A digestibilidade verdadeira *in vitro* da MS foi determinada conforme Van Soest e Robertson (1985). Nas amostras moídas em peneira de 2 mm foi determinada a FDN indigestível (FDNi), seguindo recomendações de Casali et al. (2008).

5.5. Desempenho e ultrassonografia de carcaça

As vacas foram pesadas no início do experimento (d-151), próximas ao parto (d0) e no desmame dos bezerros (d240). Os bezerros foram pesados ao nascimento, no d 120 e no desmame (d240). O desempenho das vacas foi avaliado pelo ganho médio diário (GMD), determinado pela diferença entre o PC final em jejum (PCf; restrição de sólidos e líquidos por 16 horas) e o PC inicial em jejum (PCi) dividido pelo total de dias, em cada um dos períodos experimentais. O GMD dos bezerros foi calculado em função do PC sem jejum pela manhã. O PC e o GMD dos bezerros foram

ajustados para 120 dias e no desmame para 205 dias. Foram realizados dois protocolos (Figura 3) de IATF para obter a taxa de prenhez final, exceto sexagem. A avaliação da deposição de tecido muscular, adiposo subcutâneo e adiposo intramuscular foi realizada, através de ultrassom, nas vacas ao início do experimento (d-151 de gestação), pré-parto (d0 antes da data prevista de parto); e no desmame (d240), vacas e bezerros, sendo que, nos bezerros foi de forma pontual. No ultrassom foi mensurada a área de olho de lombo (AOL; determinada em cm² e cm²/100 kg de PC), *ratio* (relação entre a altura e largura da AOL), marmoreio em % (gordura intramuscular) e a espessura de gordura subcutânea (EGS; mm e mm/100kg de PC) no músculo *longissimus* entre a 12^a e 13^a costelas, bem como espessura de gordura na inserção do músculo *Gluteus medius* e *Biceps femoris* (GP8). Utilizou-se o aparelho de ultrassonografia ALOKA 500 V, com transdutor linear de 3,5 MHz, sendo este equipado com guia acústica. A EGS foi mensurada a ¾ de distância a partir do lado medial do músculo para o seu lado lateral da linha dorso-lombar. Todas as imagens tomadas e leituras realizadas foram feitas por técnico certificado pela UGC (Ultrasound Guidelines Council). Além disso, o ECC na escala de 1 a 5 e repartido em 0,25 pontos foi determinado por 2 avaliadores treinados e realizado de acordo com a metodologia de Houghton et al. (1990).

5.6. Método de avaliação da produção e composição do leite

Foram selecionadas 18 vacas, aleatoriamente, em cada tratamento, para estimar a produção média de leite. Foram realizadas ordenhas no d30, d120 e d210. As vacas foram separadas de seus bezerros às 17h00, presas em jejum e ordenhadas às 5h00 do dia seguinte. O horário em que cada vaca começou a ser ordenhada foi registrado e, posteriormente, estimou-se a produção de leite para 24 horas foi estimada pela Eq. 2 proposta por Restle et al. (2003). Metade das vacas foram ordenhadas em um dia e a outra metade no dia seguinte, não ultrapassando 3 horas entre o início e o fim da ordenha. A ordenha foi executada com auxílio de ordenhadeira mecânica manuseada por pessoas treinadas. A secreção do leite foi estimulada com aplicação de 2 ml de oxitocina (10 UI/mL; Ocitovet®, Vet & Cia Saúde Animal, São Paulo, Brasil) na artéria mamária, iniciando a ordenha imediatamente após a aplicação da oxitocina. O leite produzido foi pesado em balança com precisão de 10 g. Após

ordenha completa do animal, o leite era homogeneizado, pesado e devidamente registrado.

$$\text{PROD} = \text{ORD} \times (60 / T) \times 24 \text{ (Eq. 2)}$$

onde PROD = produção de leite estimada em 24h (kg/dia), ORD = produção de leite observada na ordenha (kg), T = intervalo de tempo entre a última mamada e a ordenha (minutos).

O leite produzido foi corrigido para 4% de gordura (PL4%), calculado pela Eq. 3 (NRC, 2001):

$$\text{Leite 4\% (kg)} = 0,4 \times (\text{produção de leite}) + [15 \times (\text{gordura produção} \times \text{produção de leite}/100)] \text{ (Eq. 3)}$$

Para avaliação da qualidade do leite foram coletadas amostras individuais de 50 ml, em frascos contendo conservante bromopol (2-bromo-2-nitropropano-1,3-diol, D&F Control Systems®, Inc., Dublin, CA). Posteriormente, o leite era armazenado sob refrigeração e enviados para Laboratório de Análise de Leite, da Clínica do Leite, do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP. As amostras foram analisadas para teor de gordura, proteína bruta, lactose, sólidos totais (ST), extrato seco desengordurado (ESD), nitrogênio ureico (NUL), caseína e porcentagem de caseína na proteína total (PCAS) pela técnica do infravermelho MilkoScan FT1 (método ISO 9622/IDF 141 ancorado por calibração aos métodos de referência) e contagem de células somáticas (CCS) pelo método citométrico em fluxo Bentley Combo System 2300 (método ISO 13366-2/IDF 148-2 ancorado por calibração ao método de referência).

5.7. Análises estatísticas

Todos os dados foram analisados utilizando o animal aninhado ao piquete, sendo a unidade experimental o piquete, com aproximação de Satterthwaite para determinar os graus de liberdade do denominador para testes de efeitos fixos, utilizando o procedimento MIXED e PROC GLIMMIX para dados de taxa de prenhez (binários) (SAS Inst. Inc., Cary, NC, EUA). O modelo contém os efeitos das ofertas de forragem, período (para as variáveis observadas no tempo), interação entre oferta e período; e período e bloco como variáveis independentes e o PC inicial em jejum das

vacas como covariável para as seguintes características peso corporal das vacas e variáveis pós-parto, as características de ECC e ultrassonografia de carcaça das vacas foram utilizadas as medidas iniciais destas variáveis como covariável. Para análises usando medidas repetidas tempo, o tempo foi o período, enquanto o piquete (ofertas × período) para os resultados de média geral e animal aninhado o piquete para todas as outras variáveis. A estrutura de covariância utilizada foi a que proporcionou o melhor ajuste para essas análises, de acordo com o menor critério de informação de bayesiano (BIC). A significância foi definida em $P \leq 0,05$ e tendência entre $P > 0,05$ a $P \leq 0,10$.

6. RESULTADOS

As características do dossel forrageiro (Tabela 4) no momento inicial (d-151) foram iguais ($P \geq 0,18$). Entretanto, as características do pasto foram influenciadas pelas ofertas de forragem ($P < 0,01$) no decorrer dos períodos experimentais (Figura 5A), mostrando que os tratamentos foram corretamente impostos.

Houve interação ($P < 0,01$) oferta de forragem × período para altura, massa de forragem, massa de forragem verde seca e massa de folha verde. A altura média inicial de 41,5 cm apresentou redução de 43 e 27% na BOF e AOF, respectivamente, durante o período de gestação avaliado (Figura 5B). Do início do experimento até o parto, a massa de forragem (d-151 = 5107 kg MS/ha), massa de forragem verde total (d-151 = 2176 kg massa verde seca (MVS)/ha) e a massa de folha verde (d-151 = 937 kg FV/ha) reduziram 32, 53 e 34%, respectivamente, na BOF, enquanto aumentaram 41%, 45% e 62%, respectivamente, na AOF.

Houve interação ($P \leq 0,05$) oferta de forragem × período para porcentagem de folhas e colmos verde, folhas e colmo senescente. Do d-151 até o d-75, a porcentagens médias de folhas verdes (d-151 = 18,7%) e colmos verdes (d-151 = 24,2%) reduziram 92,3 e 48,1%, respectivamente, na BOF e 93,3 e 30,2%, respectivamente, na AOF. Do d-75 até o d0 houve incremento de 93,0 e 93,4% em folhas verde e de 7,41 e 37,6% colmos verdes para BOF e AOF, respectivamente.

Do d-151 ao d-75, as porcentagens de folhas senescentes mantiveram a média de 21% na BOF e apresentou incremento de 58% na AOF, com redução de 79 e 67% na BOF e AOF, respectivamente, do d-75 ao d0. As porcentagens de colmos

senescentes aumentaram em 116% na BOF e 56% na AOF do d-151 até o d-35. Do d-35 até o d0 reduziu em 12,9 e 10,8% em colmos senescentes para BOF e AOF, respectivamente.

Houve uma tendência ($P=0,08$) de aumento na relação folha:colmo do d-35 até o d0 de 143% para BOF e de 33% na AOF. Houve efeito ($P=0,03$) de oferta de forragem para densidade, 17% maior na AOF.

Tabela 4 - Características quantitativas e qualitativas do dossel forrageiro da *Urochloa brizantha* cv. Marandu submetido a diferentes ofertas de forragem durante gestação (151 dias antes da data prevista de parto (d-151) ao parto (d0)) de vacas Nelore.

Períodos	d-151		d-105		d-75		d-35		d0		EPM	P-valor		
Tratamentos	BOF	AOF	BOF	AOF	BOF	AOF	BOF	AOF	BOF	AOF		OF	Per	OF × Per
Componentes quantitativos														
MVT, kg MVS/ha	2166	2187	1012	1416	498	696	910	2398	1161	3145	112,97	<0,01	<0,01	<0,01
MFV, kg FV/ha	842	1033	55	181	46	57	408	1125	674	1674	64,67	<0,01	<0,01	<0,01
Densidade, kg MS/m³	1,32	1,34	1,20	1,35	1,92	2,29	1,47	1,82	1,66	2,24	0,11	0,03	<0,01	0,18
Folha verde, %	17,2	20,3	1,17	3,67	1,33	1,50	10,0	17,8	19,0	22,9	0,90	<0,01	<0,01	<0,01
Colmo verde, %	26,0	22,5	22,3	23,2	13,5	15,7	12,5	20,2	14,5	21,6	1,15	0,03	<0,01	0,05
Folha senescente, %	22,8	24,5	18,8	32,5	19,8	38,8	4,00	10,8	4,14	12,9	1,29	<0,01	<0,01	<0,01
Colmo senescente, %	34,0	32,5	57,7	40,3	65,5	44,0	73,5	50,8	64,0	45,3	1,58	<0,01	<0,01	<0,01
Relação F:C	0,70	0,89	0,05	0,15	0,10	0,09	0,83	0,92	2,02	1,22	0,05	0,11	<0,01	0,08
Componentes qualitativos														
MS, g/kg MN	433	402	806	647	671	675	334	319	303	317	15,63	<0,01	<0,01	<0,01
MM, g/kg MS	57,9	59,0	58,1	63,5	46,6	52,1	64,1	70,8	74,6	68,0	2,44	0,19	<0,01	0,11
MO, g/kg MS	942	941	942	936	953	948	936	929	924	932	2,43	0,24	<0,01	0,07
PB, g/kg MS	55,8	56,2	33,7	39,2	28,8	32,9	64,4	76,5	83,9	93,7	1,64	<0,01	<0,01	0,05
EE, g/kg MS	10,9	11,9	7,30	10,2	3,75	4,74	8,53	10,2	13,1	12,0	1,23	0,18	<0,01	0,67
FDN, g/kg MS	722	720	804	769	846	826	763	711	720	711	9,70	<0,01	<0,01	0,15
LIG., g/kg MS	59,3	54,6	71,7	63,9	99,6	82,0	90,4	80,9	70,1	67,8	5,23	0,02	<0,01	0,65
DIVMS, g/kg MS	488	505	347	427	307	366	443	481	500	605	24,69	<0,01	<0,01	0,17
FDNi, g/kg MS	201	186	243	226	334	281	253	194	167	152	9,75	<0,01	<0,01	0,01
PIDN, g/kg PB	370	351	372	317	353	352	321	272	245	224	15,60	0,01	<0,01	0,50
PIDA, g/kg PB	71,6	76,1	142	105	182	141	70,6	57,4	49,4	40,4	4,26	<0,01	<0,01	<0,01

BOF: Baixa oferta de forragem, AOF: Alta oferta de forragem, EPM: Erro padrão da média, OF: Ofertas de forragem, Per: Período, MS: Matéria seca, MF: Massa de forragem, MVT: Massa de forragem verde total, MFV: massa de folha verde, OF: Oferta de forragem, MM: Matéria mineral, MO: Matéria orgânica, PB: Proteína bruta, EE: Extrato etéreo, FDN: Fibra em detergente neutro, LIG.: Lignina, DIVMS: Digestibilidade in vitro da matéria seca, FDNi: Fibra em detergente neutro indigestível, PIDN: Proteína indigestível em detergente neutro, PIDA: Proteína indigestível em detergente neutro. Médias ajustadas pelos mínimos quadrados após a análise de covariância.

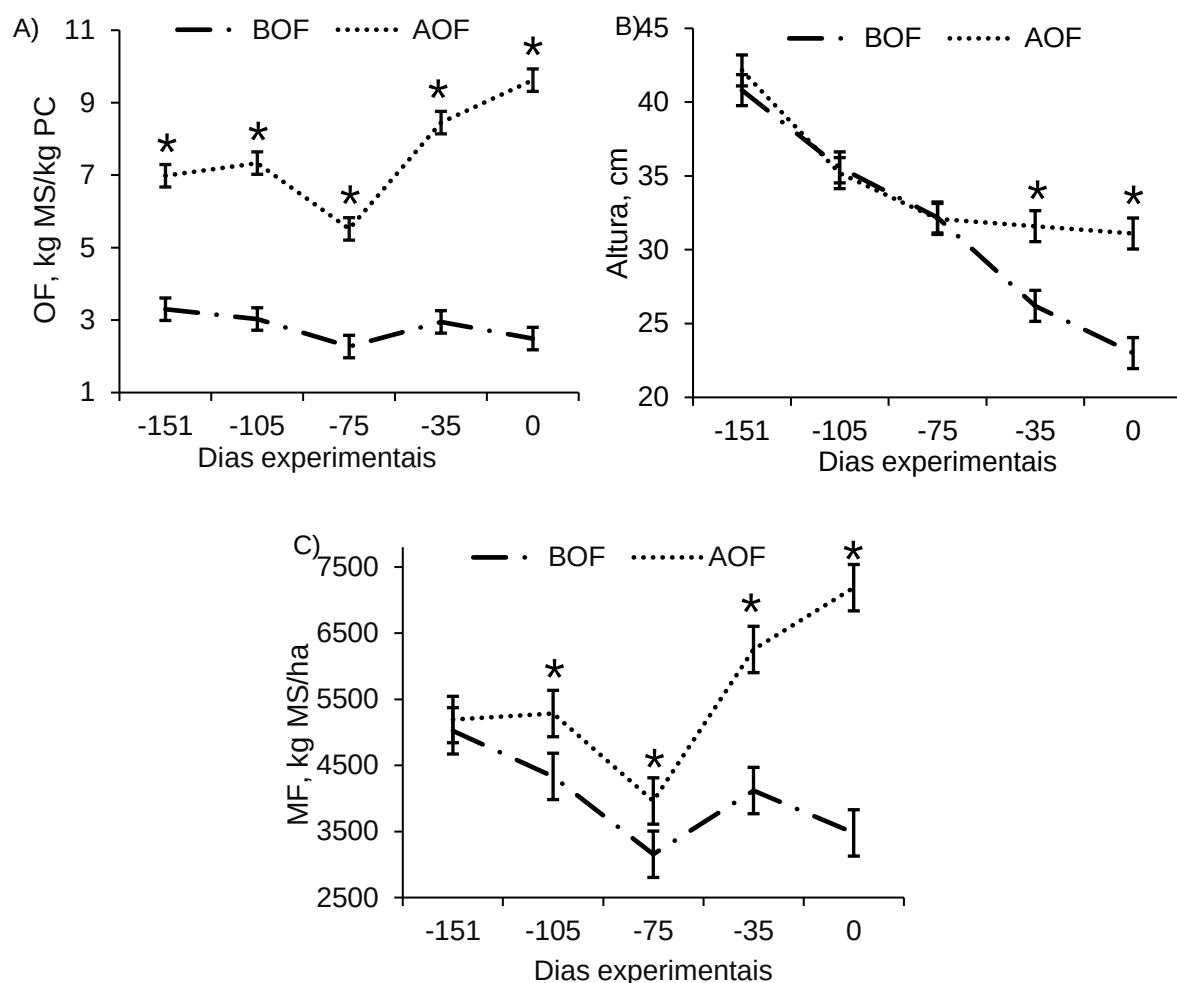


Figura 5 – Oferta de forragem (OF) (5A), altura (5B) e massa de forragem (MF) (5C) do dossel forrageiro da *Urochloa brizantha* cv. Marandu durante gestação de vacas Nelore (início - d-151 ao parto - d0). MS: Matéria seca; PC: Peso corporal; BOF: Baixa oferta de forragem; AOF: Alta oferta de forragem; Per: Período; EPM: Erro padrão da média *Significativo, $P < 0,01$. (A) EPM = 0,31; Efeito de OF, $P < 0,01$; efeito de PER, $P < 0,01$; interação entre OF x PER, $P < 0,01$. (B) EPM = 1,05; Efeito de OF, $P < 0,01$; efeito de PER, $P < 0,01$; interação entre OF x PER, $P < 0,01$. (C) EPM = 409; Efeito de OF, $P < 0,01$; efeito de PER, $P < 0,01$; interação entre OF x PER, $P < 0,01$.

Houve interação ($P \leq 0,05$) oferta de forragem $\times$ período para as características qualitativas MS, PB (Figura 6), FDNi e PIDA. A MS aumentou 86% na BOF e 61% na AOF do d-151 até o d-105 e reduziu em 62% na BOF e 51% na AOF do d-105 até o d0. Do d-151 até o d-75 a PB reduziu em 48% na BOF e 42% na AOF, no entanto, houve um incremento em PB de 191% na BOF e 185% na AOF do d-75 até o d0. A FDNi foi menor em 16 e 23% na AOF nos respectivos momentos d-75 e d-35 no d-35 para AOF em relação a BOF. Os valores de PIDA aumentaram do d-151 até o d-75,

em 154% na BOF e 85% na AOF e reduziram do d-75 até o d0 em 27% na BOF e 29% na AOF.

A MO apresentou uma tendência ($P \leq 0,08$) de interação oferta de forragem $\times$ período, com redução, do d-151 até o d0, de 1,9 e 0,96% na BOF e AOF, respectivamente. A FDN, LIG e PIDN foram 3,1, 11 e 8,7% menores, enquanto a DIVMS foi 14% maior na AOF em relação à BOF ($P \leq 0,02$).

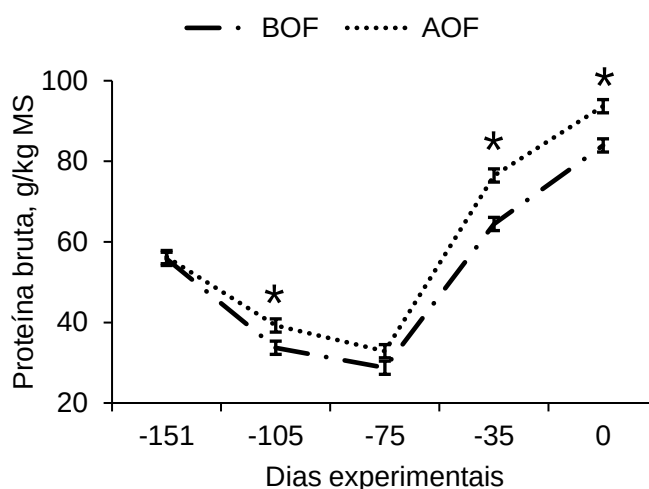


Figura 6 – Proteína bruta do dossel forrageiro da *Urochloa brizantha* cv. Marandu durante a gestação de vacas Nelore (início - d-151 ao parto - d0). MS: Matéria seca; BOF: Baixa oferta de forragem; AOF: Alta oferta de forragem; Per: Período; EPM: Erro padrão da média *Significativo, $P=0,05$. EPM = 1,64; Efeito de OF, $P<0,01$; efeito de PER, $P<0,01$; interação entre OF $\times$ PER, $P=0,05$.

O PC, GMD e ECC das vacas foram alterados pela interação ($P<0,01$) oferta de forragem $\times$ período. Vacas mantidas na AOF chegaram ao parto com +43 kg que vacas mantidas na BOF. Entretanto, na lactação, vacas da BOF mantiveram o PC (média = 416 kg), enquanto vacas mantidas na AOF apresentaram redução de 32 kg no PC (Figura 7A). Vacas mantidas na AOF apresentaram uma diferença de GMD de 0,357 kg na gestação e de -0,116 kg na lactação, comparadas com vacas mantidas na BOF (Figura 7B). Vacas mantidas na AOF apresentaram +0,40 no parto e +0,20 pontos de ECC no desmame em relação a vacas mantidas na BOF (Figura 7C). A oferta de forragem não afetou ($P=0,90$) a taxa de prenhez, com média total de 66%, alcançado em duas estações reprodutivas (Figura 7D).

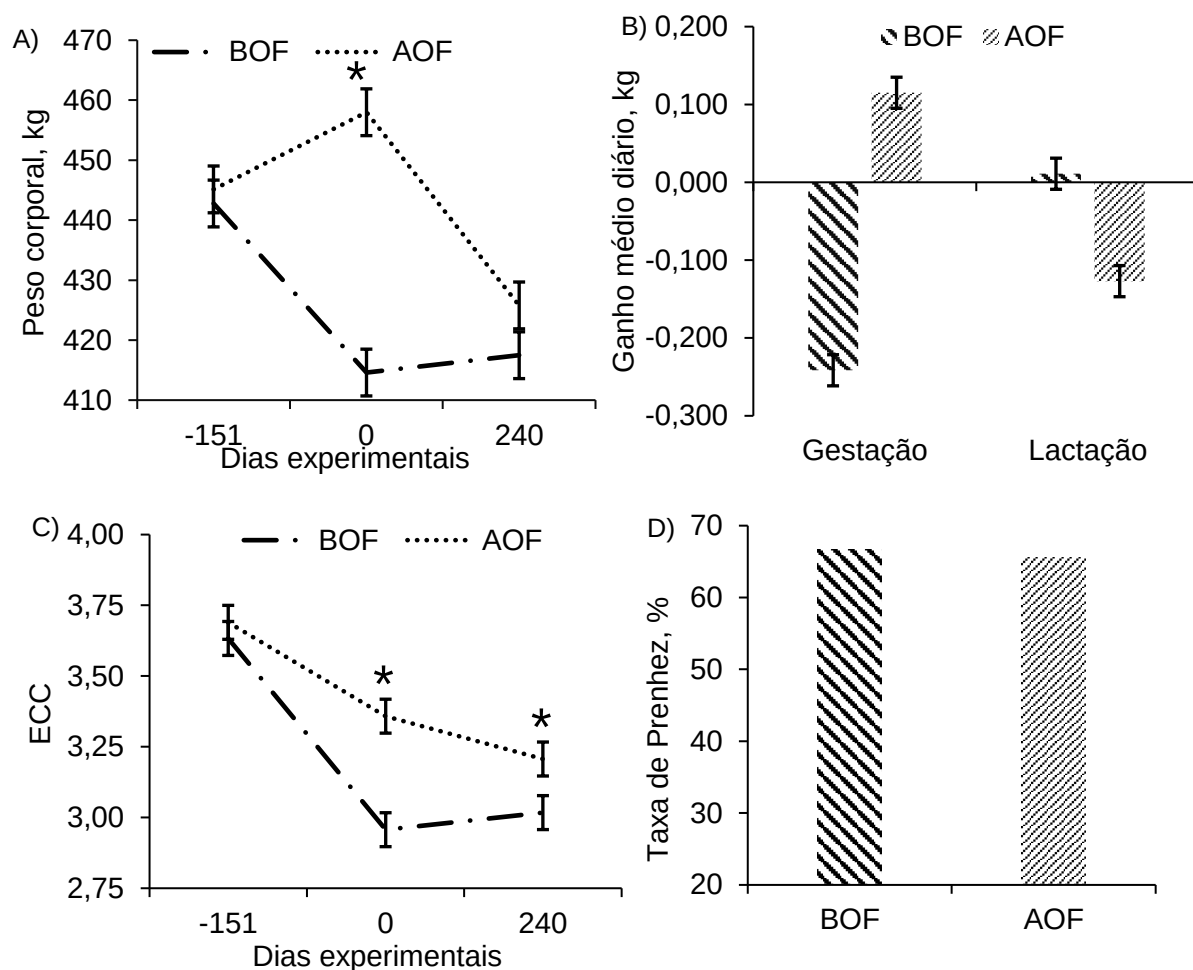


Figura 7. Peso corporal (A), escore de condição corporal (ECC) (B), ganho médio diário e taxa de prenhez de vacas Nelore gestantes (d-151 a d0), lactantes (d0 a d240). BOF: Baixa oferta de forragem; AOF: Alta oferta de forragem; OF: Oferta de forragem; Per: Período; EPM: Erro padrão da média *significativo, $P < 0,01$. (A) EPM = 3,90; Efeito de OF, $P < 0,01$; efeito de PER, $P < 0,01$; interação entre OF x PER, $P < 0,01$. (B) EPM = 0,02; Efeito de OF, $P < 0,01$; efeito de PER, $P = 0,82$; interação entre OF x PER, $P < 0,01$. (C) EPM = 0,06; Efeito de OF, $P < 0,01$; efeito de PER, $P < 0,01$; interação entre OF x PER, $P < 0,01$. (D) Efeito de OF, $P = 0,90$. Médias ajustadas por mínimos quadrados médios após análise de covariância.

Houve interação ($P \leq 0,03$) oferta de forragem $\times$ período para AOL em cm^2 e $\text{cm}^2/100 \text{ kg}$ de PC, marmoreio, EGS em mm e $\text{mm}/100\text{kg}$ de PC (Tabela 5). Vacas mantidas na BOF tiveram redução de 12,1% na AOL, no período avaliado de gestação, e mantiveram na média de 52,2 cm^2 na lactação. Entretanto, vacas mantidas na AOF mantiveram uma média de AOL de 57,43 cm^2 , na gestação avaliada, e uma redução de 9,1% na lactação. Já a AOL/100kg de PC apresentou redução de 6,60 e 6,85% em vacas mantidas na BOF e AOF, respectivamente, na fase de gestação. Vacas mantidas na BOF mantiveram a AOL em 12,1 cm^2 , enquanto vacas

mantidas na AOF tiveram redução de 9,98% na AOL em cm²/100 kg de PC na lactação.

O marmoreio reduziu 10,4% em vacas mantidas na BOF e apresentou média de 3,83% na AOF, no período avaliado de gestação, enquanto aumentou 21,3 e 12,6%, na lactação, na BOF e AOF, respectivamente. Vacas mantidas na BOF apresentaram redução de 20,5% EGS e 14,6% EGS/100kg de PC, no período avaliado de gestação, e mantiveram a média de 3,19 mm de EGS e 0,77 mm de EGS/100kg de PC no período de lactação. As vacas mantidas na AOF mantiveram uma média de 3,91 mm na EGS e 0,86 mm na EGS/100 kg de PC no período avaliado de gestação e uma redução de 13,4% na EGS e 7,05% na EGS/100 kg de PC durante o período de lactação.

O *ratio* e EGP8 não apresentaram diferença ($P \geq 0,29$) para interação entre ofertas de forragem x período. Em que, o *ratio* apresentou média de 0,47 e GP8 de 5,54 mm. Não houve interação ($P \geq 0,14$) oferta de forragem e houve efeito de período ($P < 0,01$) para todas as características de carcaça.

Tabela 5. Características de carcaça de vacas Nelore mantidas em duas ofertas de forragem (151 dias antes da data prevista de parto - d-151, parto d0 e desmame d240).

Períodos	-151		0		240		EPM	P-Valor		
Item	BOF	AOF	BOF	AOF	BOF	AOF		OF	Per	OF x Per
AOL, cm ²	58,1	58,5	51,0	56,4	53,4	51,2	1,06	0,19	<0,01	<0,01
AOL:100, cm ²	13,1	13,2	12,3	12,3	11,9	11,0	0,21	0,11	<0,01	0,01
Ratio	0,49	0,49	0,46	0,47	0,47	0,46	0,01	0,80	<0,01	0,40
Marmoreio, %	3,84	3,83	3,43	3,83	4,16	4,31	0,09	0,03	<0,01	0,02
EGS, mm	3,92	3,87	3,11	3,96	3,27	3,43	0,15	0,04	<0,01	<0,01
EGS:100, mm	0,88	0,86	0,75	0,87	0,78	0,80	0,03	0,23	0,01	<0,01
GP8, mm	6,47	6,60	4,96	5,57	4,83	4,82	0,27	0,36	<0,01	0,24

AOL: Área de olho de lombo; EGS: espessura de gordura subcutânea; Ratio: relação entre a altura e largura da AOL; GP8: espessura de gordura subcutânea na picanha; BOF: Baixa oferta de forragem; AOF: Alta oferta de forragem; OF: Oferta de forragem; Per: Período; EPM: Erro padrão da média. Médias ajustadas pelos mínimos quadrados após a análise de covariância. Médias ajustadas por mínimos quadrados médios após análise de covariância.

Não houve interação ($P \geq 0,21$) oferta de forragem × tempo de ordenha e efeito da oferta de forragem ($P \geq 0,49$) na produção (24 horas) e composição do leite (Tabela

6). As médias gerais para as seguintes variáveis foram produção de leite (PL) 4,61 kg/dia, PL4% 4,64 kg/dia, gordura 4,09%, proteína 3,58%, lactose 4,63%, ST 13,3%, ESD 9,22%, caseína 2,84%, PCAS 79,2%, CCS 224 x mil/ml e NUL 10,8 mg/dL. Houve efeito ($P<0,01$) de período em todas as variáveis de produção e composição do leite, exceto para CCS em que apresentou uma tendência ($P=0,07$). A PL, PL4% e lactose reduziram dos 30 até os 210 dias. A gordura, proteína, ST, ESD, caseína, PCAS e NUL aumentaram dos 30 até os 210 dias e mantiveram-se até o d 210. Na CCS e ESD houve um aumento dos 30 até os 120 dias e com uma redução dos 120 até os 210 dias.

Tabela 6. Produção e composição do leite de vacas Nelore durante 3 tempos de ordenha (d30, d120 e d210).

Períodos	d30		d120		d210		EPM	P-Valor		
Tratamentos	BOF	AOF	BOF	AOF	BOF	AOF		OF	Per	OF × Per
Quantidade, kg/dia										
PL	6,04	5,76	4,52	4,32	3,59	3,43	0,46	0,49	<0,01	0,98
PL4%	5,63	5,46	4,67	4,55	3,76	3,75	0,48	0,70	<0,01	0,99
Composição do leite, %										
Gordura	3,49	3,53	4,29	4,23	4,49	4,51	0,24	0,99	<0,01	0,94
Proteína	3,29	3,38	3,78	3,67	3,74	3,64	0,09	0,72	<0,01	0,21
Lactose	4,88	4,85	4,52	4,64	4,47	4,4	0,10	0,94	<0,01	0,44
ST	12,6	12,7	13,7	13,6	13,6	13,6	0,27	0,92	<0,01	0,87
ESD	9,14	9,18	9,40	9,34	9,22	9,04	0,12	0,63	<0,01	0,63
Caseína	2,58	2,66	3,04	2,95	2,97	2,87	0,08	0,70	<0,01	0,24
PCAS	78,2	78,5	80,3	80,4	79,2	78,7	0,41	1,00	<0,01	0,39
Contagem, x mil/ml										
CCS	214	214	351	303	117	147	98,2	0,95	0,07	0,87
Teor, mg/dL										
NUL	9,15	9,04	11,8	11,8	11,7	11,4	0,56	0,79	<0,01	0,90

PL: Produção de leite, PL4%: Produção de leite corrigido para 4% de gordura, ST: Sólidos totais, ESD: Extrato seco desengordurado, PCAS: porcentagem de caseína na proteína total, CCS: Contagem de células somáticas, NUL: Nitrogênio ureico no leite. BOF: Baixa oferta de forragem; AOF: Alta oferta de forragem; OF: Oferta de forragem; Per: Período; EPM: Erro padrão da média. Médias ajustadas pelos mínimos quadrados após a análise de covariância.

Bezerros nascidos de vacas mantidas na AOF durante a gestação apresentaram uma tendência ($P<0,07$) de interação oferta de forragem x período para maior PC ao nascimento (+11%), aos 120 dias (+10%) e no desmame (+7,5%). Houve efeito de período ($P<0,01$) para GMD. O GMD foi maior durante o nascimento até 120 dias em comparação com 121 dias até o desmame (0,777 vs. 0,608 kg/dia) (Tabela 7).

Tabela 7. Desempenho de bezerros filhos de vacas mantidas em diferentes ofertas de forragem do nascimento ao desmame

				P-Valor		
Tratamentos	BOF	AOF	EPM	OF	Per	OF x Per
Peso corporal, kg						
d0	34,9	39,1				
d120	123	136	2,42	<0,01	<0,01	0,05
d205	174	188				
GMD, kg/dia						
d0 ao d120	0,739	0,800				
d121 ao d205	0,601	0,614	0,02	0,112	<0,01	0,14

BOF: Baixa oferta de forragem; AOF: Alta oferta de forragem; GMD: Ganho médio diário; OF: Oferta de forragem; Per: Período; EPM: Erro padrão da média. Médias ajustadas pelos mínimos quadrados após a análise de covariância.

No desmame, as características de carcaça dos bezerros, avaliadas por ultrassom, não apresentaram diferença ($P\geq 0,13$) em função da nutrição materna, exceto a % de marmoreio, com tendência ($P=0,10$) de aumento de 9,1% em bezerros filhos de vacas mantidas na AOF na gestação (Tabela 8).

Tabela 8. Características de carcaça no desmame de bezerros filhos de vacas mantidas em duas ofertas de forragem do d-151 até o d0.

Item	BOF	AOF	EPM	P-Valor
AOL, cm ²	34,2	36,4	1,08	0,13
AOL/100, cm ²	19,7	19,5	0,58	0,74
Ratio	0,44	0,45	0,01	0,15
Marmoreio, %	2,30	2,53	0,10	0,10
EGS, mm	2,28	2,37	0,06	0,26
EGS/100, mm	1,31	1,28	0,04	0,56
EGP8	3,24	3,37	0,09	0,28

AOL: Área de olho de lombo; Ratio: Relação entre a altura e largura da AOL; EGS: espessura de gordura subcutânea; GP8: espessura de gordura subcutânea na picanha; BOF: Baixa oferta de forragem; AOF: Alta oferta de forragem; GMD: Ganho médio diário; OF: Oferta de forragem; Per: Período; EPM: Erro padrão da média. Médias ajustadas pelos mínimos quadrados após a análise de covariância.

7. DISCUSSÃO

Como preconizado, as características quantitativas e qualitativas do pasto foram influenciadas pela oferta de forragem empregada no período de gestação avaliado (d-151 até o d0) das vacas, em que a redução na massa de forragem e nutrientes na BOF pode ter afetado o consumo e, conseqüentemente, o que afetou o desempenho das vacas gestantes. Carvalho et al. (2010), Wesp et al. (2016) e Nunes et al. (2019) observaram que redução na oferta de forragem promoveu menor massa de forragem média, complementarmente aos achados de Echeverria et al. (2016), que observaram que menor intensidade de pastejo promove pastos com melhores características qualitativas, quando comparada com alta intensidade de pastejo. Neste contexto, o desempenho dos animais em pastejo está relacionado ao suprimento de forragem e ao comportamento do pastejo, interferindo na qualidade e quantidade do consumo de nutrientes (Barros et al., 2014).

Nesse estudo, estimamos o consumo das vacas pela equação CMS (kg/d) = $(16 - 0,0093 \times \text{dias de gestação}) / 1000 \times \text{peso de corpo vazio}$ descrita por Gionbelli (2013). No início do experimento, ambas ofertas promoveram consumo estimado de 6,30 kg de MS/dia. No entanto, próximo ao parto, vacas mantidas na BOF apresentaram decréscimo de 15% no consumo (5,34 kg de MS/dia), enquanto para vacas mantidas em AOF essa redução no consumo foi de 3,5% (6,08 kg de MS/dia). Assim, as vacas mantidas na BOF provavelmente foram restritas pela menor

disponibilidade de forragem, com o agravante de menor valor nutritivo da forrageira quanto teor de PB e menor digestibilidade da MS. Desta forma, Sollenberger e Vanzant (2011) relatam que 60 a 90% das variações no desempenho de animais em pastejo podem ser explicadas pela oferta de forragem, considerando uma mesma espécie forrageira, numa escala de baixa e alta massa de forragem. Um outro fator limitante, segundo Oliveira (2014) é o valor nutritivo da forrageira disponível ao consumo animal, reportando uma variação de 50% em desempenho animal, quando a massa forrageira não é limitante.

A perda de PC, GMD e ECC das vacas mantidas em BOF, no período estudados de gestação, provavelmente ocorreu em função da restrição nutricional, a qual causou menor consumo de MS. Vacas com restrição na ingestão utilizam dois mecanismos para partição de nutrientes; a homeostase, controlando a nível de ambiente interno para necessidades em funções vitais e manter o equilíbrio fisiológico independentemente das alterações que ocorram no ambiente externo e a homeorrese, mecanismo que envolve mudanças coordenadas no metabolismo, resultando na partição direcionada de nutrientes para sustentar prioridades em momentos específicos, como gestação ou lactação (Bauman e Currie, 1980). Ao mesmo tempo, vacas mantidas na AOF apresentaram perda de PC, GMD e ECC durante a fase de aleitamento, o que pode estar relacionado ao ECC no parto. De acordo com Ayres et al. (2014), maior ECC no parto resulta em maior perda de reserva corporal pós-parto, uma vez que há maior reserva de energia e PC, possuindo maior exigência energética para manutenção (NRC, 2000; Chizzotti, 2008).

Ao estimar o ganho de componentes gestacionais (conjunto placentário) e de tecidos maternos (exemplo tecidos musculares, adiposo e vísceras), do período de gestação avaliado, utilizando equações propostas por Gionbelli et al. (2015b), observamos que vacas mantidas na BOF e AOF apresentaram respectivamente, ganho de componentes gestacionais de 42,0 e 50,5 kg e ganhos maternos de -64,3 e -33,8 kg. Como dito anteriormente, quando o aporte de nutrientes não é suficiente para suprir a demanda do animal, há intensificação da mobilização de reservas corporais (Lopes et al., 2020). O menor desempenho de vacas mantidas em BOF promoveu mobilização da tecidos musculares e gordurosos como AOL, marmoreio e EGS, que podem ser direcionados para demandas basais e até mesmo para

manutenção da penhez. As funções corporais, a taxa de metabolismo uteroplacentário e fetal, durante os estágios finais da gestação, são muito altos (Battaglia e Meschia, 1988; Bell et al., 2005), havendo maior demanda da placenta por glicose e aminoácidos (McNeill et al., 1997; Freetly e Ferrell, 1998, 2000). Tem-se observado que fêmeas ruminantes alimentadas com nutrientes dietéticos, próximos ou abaixo das exigências para gestação, mobilizam tecido muscular esquelético para a manutenção de aminoácidos circulantes (McNeill et al., 1997; Bell e Ehrhardt, 2000). Além disso, a maioria dos aminoácidos necessários para a síntese de proteína fetal é retirada da circulação uterina, contra seu gradiente de concentração, usando, em parte, transporte ativo dependente de energia pela fêmea gestante (Bell e Ehrhardt, 2002).

Considerando as medidas de ultrassonografia de carcaça podemos destacar que as perdas de tecidos maternos de vacas mantidas em AOF provavelmente foi em componentes não carcaça como na redução do tamanho do trato gastrointestinal, crescimento de componentes gestacionais e do feto, em função de ter mantido a AOL total e reduzido a AOL/100kg de PC. As mensurações de ultrassonografia de carcaça gestação mostrou que vacas mantidas na AOF não mobilizaram EGS, acreditamos que a AOF foi capaz manter as reservas corporais, conseqüentemente, mantendo os tecidos proteicos e gordurosos. Neste contexto, a perda de peso pode ser em função da compressão do rúmen pelo útero em crescimento (Forbes, 2007), que promove redução do tamanho dos órgãos do trato gastrointestinal e aumento na taxa de passagem, como efeito compensador da compressão ruminal pelo útero em expansão (Coffey et al., 1989; Gunter et al., 1990; Kaske e Groth, 1997).

A paridade dos dados de desempenho reprodutivo pode estar relacionada ao baixo número de repetições (vacas) para a avaliação de parâmetros reprodutivos, ou até pelo efeito da nutrição durante a gestação anulado pelas condições de pastagem no pós-parto nas vacas mantidas na BOF. Neste contexto, Almeida et al. (2020) constataram que, a nutrição pré-parto não afetou a reprodução quanto ao melhorar a nutrição no pós-parto de vacas Nelore, em que, aumentou-se a eficiência reprodutiva.

A produção de leite não foi influenciada pelas ofertas de forragem durante o período de gestação, provavelmente devido mobilização de tecidos, ou até mesmo pelas condições de pastagem pós-parto, atenuando os efeitos da nutrição materna da

gestação. O aumento na ingestão de nutrientes dietéticos no pré-parto foi associado a resposta diferenciada na produção e composição do leite em vacas de leite (Chew et al., 1984; Bell et al., 2000; Kokkonen, 2014), porém, respostas semelhantes não são observadas em vacas de corte (Larson et al., 2009). Estes autores não encontraram diferença na produção de leite quando vacas de corte foram suplementadas com 0,45 kg/dia de suplemento proteico (28% PB) durante o terço final da gestação. Da mesma forma, Valiente et al. (2018) observaram que a produção e a composição do leite de vacas da raça Angus não foram alteradas em função do nível de PB da dieta (6 e 12%), fornecida do terço médio de gestação até o parto.

A perda de condição corporal no pós-parto em vacas leiteiras está relacionada com a extensão e duração do balanço energético negativo, devido um aumento na demanda nutricional para manutenção corporal e produção de leite ser superior ao que a vaca consegue ingerir de nutrientes com a dieta (Parr et al., 2015). Em contrapartida, vacas de corte apresentam menor balanço energético negativo, devido menor produção de leite quando comparadas a vacas de leite (Hart et al., 1975). Ainda, segundo Bell et al. (2000), o nível dietético de nutrientes pós-parto pode anular os efeitos da restrição durante a gestação, na produção e composição do leite. Ao observamos o ECC de vacas mantidas na BOF e AOF, mesmo com diferença de 0,40 pontos, também não se observou efeito na produção e composição do leite, os dados de Lake et al. (2005) e Radunz et al. (2010) corroboram nossos resultados, mostrando mesma produção de leite em vacas de corte com ECC até 3,5 pontos.

Em relação ao desempenho dos bezerros, o maior PC no nascimento, 120 dias e ao desmame dos filhos de vacas mantidas na AOF foi exclusivamente determinado pela nutrição materna durante desenvolvimento intrauterino. Corroborando Marques et al. (2016), não constatarem diferença em produção de leite em vacas cruzadas Angus x Hereford, com diferentes ECC ao longo da gestação, porém, observaram que bezerros filhos de vacas que ganharam ECC nos terços médio e final de gestação apresentaram maior PC ao desmame em relação aos bezerros oriundos de vacas que mantiveram ECC, efeito exclusivo da nutrição materna durante o momento de desenvolvimento intrauterino. É possível que tenha ocorrido modificações a nível celular e genético, durante a gestação, afetando a hiperplasia e a hipertrofia de fibras musculares. Conforme relatado por Bonnet et al. (2010), o número total de fibras

musculares é definido no final do segundo trimestre de gestação, portanto, maior disponibilidade de massa de forragem e de nutrientes devido à AOF no meio da gestação pode ter levado a um maior número de miofibras no músculo esquelético dos bezerros.

Por outro lado, tem sido sugerido que durante o último trimestre da gestação é quando a massa muscular esquelética fetal aumenta principalmente devido à hipertrofia das fibras musculares (Du et al., 2010), podendo influenciar no aumento do peso ao nascimento dos bezerros oriundos de vacas da AOF. Segundo Caton et al. (2019) e Reynolds et al. (2019), o aumento da hiperplasia e da hipertrofia muscular pode promover maior peso ao nascimento e maior desempenho ao longo das fases produtivas. Outros estudos, nos quais as vacas foram restritas, houve redução na hiperplasia muscular do feto, comprometendo a quantidade de fibras musculares e aumentando a hipertrofia (Du et al., 2010; Duarte et al., 2014). Uma justificativa para o maior PC nos bezerros filhos de vacas mantidas na AOF na gestação, do nascimento até o desmame. Sendo que, Gondret et al. (2005), animais com maior número de miofibras resultam em um crescimento rápido, consequentemente, maior PC.

Além disso, bezerros oriundos de vacas da AOF tenham maior número de miofibras pode ter ocorrido uma maior expressão de *Wnt10B* ao nascimento nesses bezerros. Em que, o *Wnt10B* é um fator de transcrição que regula a diferenciação celular com efeito positivo na miogênese (Ladeira et al., 2016). Já a restrição nutricional materna em vacas da BOF pode ter causado silenciamento de genes. Em que, no terço médio e final de gestação, momento no qual ocorre a maior parte do crescimento fetal, pode afetar negativamente a hiperplasia, a hipertrofia e o desempenho da progênie ao longo do ciclo produtivo através do silenciamento de genes responsáveis pela miogênese (Greenwood e Bell, 2019).

Uma tendência de maior percentagem de marmoreio, mesmo que não observada diferença em deposição de gordura subcutânea, pode estar relacionada a maior adipogênese em bezerros filhos de vacas mantidas em AOF, promovida pela nutrição materna, em função da maior disponibilidade de forragem e melhor valor nutritivo. Desta forma, Larson et al. (2009), mostraram que vacas recebendo suplemento proteico (28% de PB) no terço final de gestação melhorou o desempenho

e consequentemente aumento o escore de marmoreio nos bezerros (444 vs. 493) quando comparado aos bezerros de vacas não suplementadas. Corroborando com nossa hipótese, Du et al. (2013) relataram que o manejo da nutrição materna é uma forma potencialmente eficaz de promover a adipogênese no músculo fetal e Du et al. (2010) sugeriram que a ordem de eficácia do manejo nutricional, para manipular a deposição de marmoreio, é no estágio fetal, estágio neonatal e até próximo ao desmame (7 meses). Possivelmente, bezerros filhos de vacas mantidas em AOF expressaram genes como os receptores ativados por peroxissoma (*PPARs*) que regulam o *FABP4* que, segundo Duarte et al. (2013), é comumente correlacionado com marmoreio. Pensando nos bezerros filhos de vacas mantidas em BOF, acreditamos na ocorrência da expressão do *Pref-1* (fator pré-adipócito 1) que possa ter inibido a adipogênese. Sendo que, o *pref-1* inibe a diferenciação de adipócitos através da região determinante de sexo *Y-box 9*, que se liga aos seus locais de ligação nas regiões *C/EBPβ* e δ promotor para suprimir sua transcrição (Sul, 2009). Além disso, parece ser específico para deposição de gordura, pois altos níveis de expressão *pref-1* foram observados em adipócitos menores (Yamada et al., 2014). A diferenciação precoce e tardia é marcada pela expressão da família *C/EBP*, que por sua vez é maior em animais altamente propensos a deposição de gordura, a exemplo Wagyu, pois são responsáveis pelo aumento do potencial de proliferação de pré-adipócitos (Yamada et al., 2009).

8. CONCLUSÃO

A alta oferta de forragem proporciona melhor condição corporal para as vacas ao parto e não afeta a reprodução, produção e composição do leite. Além disso, a alta oferta de forragem na nutrição materna promove bezerros mais pesados do nascimento até o desmame.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aiken, GE (2016). Invited review: grazing management options in meeting objectives of grazing experiments. **The Professional Animal Scientist**, 32:1-9.
- Albertini, TZ, Medeiros, SR, Torres Júnior, RAA, Zocchi, SS, Oltjen, J.W., Strathe, AB, Lanna, DD (2012). A methodological approach to estimate the lactation curve and net

energy and protein requirements of beef cows using nonlinear mixed-effects modeling. **Journal of Animal Science**, 90:3867-3878.

Allen, VG, Batello, C, Berretta, EJ, Hodgson, J, Kothmann, M, Li, X, Mclvor, J, Milne, J, Morris, C, Peeters, A, Sanderson, M (2011). An international terminology for grazing lands and grazing animals. **Grass and forage science**, 66:2-28.

Almeida, DM, Marcondes, MI, Rennó, LN, Martins, LS, Marquez, DEC, Saldarriaga, FV, Paulino, MF (2020). Effects of pre-and postpartum supplementation on lactational and reproductive performance of grazing Nellore beef cows. **Animal Production Science**. 61:101-107.

Ansotegui, RP, Havstad, KM, Wallace, JD, Hallford, DM (1991). Effects of milk intake on forage intake and performance of suckling range calves. **Journal of Animal Science**, 69:899-904.

ANUALPEC. (2015). Anuário da Pecuária Brasileira. 20th ed. Instituto FNP, São Paulo, SP, Brasil.

Archer, JA, Richardson, EC, Herd, RM, Arthur, PF (1999). Potential for selection to improve efficiency of feed use in beef cattle: a review. **Australian Journal of Agricultural Research**, 50:147-162.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1995). Official methods of analysis. 16.ed. Washington: **AOAC**.

Ayres, H (2008). **Validação do escore de condição corporal e seu impacto na eficiência reprodutiva de vacas Nelore (*Bos indicus*) inseminadas em tempo fixo**. Dissertação (mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo, 136.

Bailey, CB, Lawson, JE (1981). Estimated water and forage intakes in nursing range calves. **Canadian Journal of Animal Science**, 61:415-421.

Baker, RL, Carter, AH (1976). Influences of breed and crossbreeding on beef cow perform. **Proceedings of the Ruakura Farmer Conference**, Hamilton, 9:39-44.

Barker, DJ, Osmond, C, Simmonds, SJ, Wield, GA (1993). A relação do pequeno perímetro cefálico e magreza ao nascer com a morte por doença cardiovascular na vida adulta. **British Medical Journal**, 306:422-426.

Barros, LV, Paulino, MF, Chizzotti, ML, Rennó, LN, Cardenas, JEG, Valente, EEL, Da Silva, FG (2014). Suplementação de bezerras de corte lactentes em sistema de creep-feeding e parâmetros nutricionais e produtivos de vaca de corte em pastejo. **Semina: Ciências Agrárias**, 35:2723-2737.

Battaglia, FC, Meschia, G (1988). Fetal nutrition. **Annual Review of Nutrition**, 8:43-61.

Bauman, DE, Currie, WB (1980). Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. **Journal of dairy science**, 63:1514-1529.

Bell, A. W.; Ehrhardt, R. A. Regulation of placental nutrient transport and implications for fetal growth. **Nutrition research reviews**, v. 15, n. 2, p. 211-230, 2002.

Bell, AW, Ehrhardt, RA (2000). Regulation of macronutrient partitioning between maternal and conceptus tissues in the pregnant ruminant. **Ruminant physiology: Digestion, metabolism, growth and reproduction'**.(Ed. PB Cronjé). 275-293.

Bell, AW, Greenwood, PL, Ehrhardt, RA (2005). Regulation of metabolism and growth during prenatal life. In: **Biology of growing animals**. 3-34.

Bell, AW; Burhans, WS; Overton, TR (2000). Protein nutrition in late pregnancy, maternal protein reserves and lactation performance in dairy cows. **Proceedings of the Nutrition Society**, 59:119-126.

Beretta, V, Lobato, JFP, Mielitz Netto, CGA (2001). Produtividade e eficiência biológica de sistemas pecuários de cria diferindo na idade das novilhas ao primeiro parto e na taxa de natalidade do rebanho no Rio Grande de Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 30:1278-1286.

- Bonnet, M, Cassar-Malek, I, Chilliard, Y, Picard, B (2010). Ontogenesis of muscle and adipose tissues and their interactions in ruminants and other species. **Animal**, 4:1093-1109.
- Bowden, DM (1980). Feed utilization for calf production in the first lactation by 2-year-old F1 crossbred beef cows. **Journal of Animal Science**, 51:304-315.
- Broderick, GA (2005). Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. **Journal of dairy science**, 86:1370-1381.
- Brown, MA; Coleman, SW; Lalman, DL (2005). Relationship of sire expected progeny differences to milk yield in Brangus cows. **Journal of animal science**, 83:1194-1201.
- Brown, MA; Lalman, DL (2010). Milk yield and quality in cows sired by different beef breeds. **The Professional Animal Scientist**, 26:393-397.
- Buskirk, DD; Lemenager, RP; Horstman, LA (1992). Estimation of net energy requirements (NEm and NE Δ) of lactating beef cows. **Journal of Animal Science**, 70:3867-3876.
- Carvalho, PCF, Rocha, LMD, Baggio, C, Macari, S, Kunrath, TR, Moraes, AD (2010). Característica produtiva e estrutural de pastos mistos de aveia e azevém manejados em quatro alturas sob lotação contínua. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 39:1857-1865.
- Casali, AO; Detmann, E; Valadares Filho, SC; Pereira, JC; Henriques, LT; Freitas, SG; Paulino, MF (2008). Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimento in situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa MG, 37:335-342.
- Caton, JS, Crouse, MS, Reynolds, LP, Neville, TL, Dahlen, CR, Ward, AK, Swanson, KC (2019). Maternal nutrition and programming of offspring energy requirements. **Translational Animal Science**, 3:976-990.

Caton, JS, Dhuyvetter, DV (1997). Influence of energy supplementation on grazing ruminants: requirements and responses. **Journal of Animal Science**, 75:533-542.

Caton, JS, Hess, BW (2010). Maternal plane of nutrition: Impacts on fetal outcomes and postnatal offspring responses. In **Proc. 4th Grazing Livestock Nutrition Conference. BW Hess, T. DelCurto, JGP Bowman and RC Waterman (eds.) West. Sect. Am. Soc. Anim. Sci., Champaign, Ill**, 104-122.

Chapman, DF, Parsons, AJ, Cosgrove, GP, Barker, DJ, Marotti, DM, Venning, KJ, Rutter, SM, Hill, J, Thompson, AN (2007). Impacts of spatial patterns in pasture on animal grazing behavior, intake, and performance. **Crop Science** 47:399–415.

Chew, BP.; Holpuch, DM; O'fallon, JV (1984). Vitamin A and β -carotene in bovine and porcine plasma, liver, corpora lutea, and follicular fluid. **Journal of Dairy Science**, 67:1316-1322.

Chilliard, Y; Bocquier, F; Doreau, M (1998). Digestive and metabolic adaptations of ruminants to undernutrition, and consequences on reproduction. **Reproduction Nutrition Development**, 38:131-152.

Chizzotti, ML, Tedeschi, LO, Valadares Filho, SC (2008). A meta-analysis of energy and protein requirements for maintenance and growth of Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, 86:1588-1597.

Claramunt, M, Fernández-Foren, A, Soca, P (2018). Effect of herbage allowance on productive and reproductive responses of primiparous beef cows grazing on Campos grassland. **Animal Production Science**, 58:1615-1624.

Clutter, AC; Nielsen, MK (1987). Effect of level of beef cow milk production on pre-and postweaning calf growth. **Journal of Animal Science**, 64:1313-1322.

Coffey, KP, Paterson, JA, Saul, CS, Coffey, LS, Turner, KE, Bowman, JG (1989). The influence of pregnancy and source of supplemental protein on intake, digestive kinetics and amino acid absorption by ewes. **Journal of animal science**, 67:1805-1814.

Copping, KJ, Hoare, A, Callaghan, M, Mcmillen, IC, Rodgers, RJ, Perry, VEA (2014). Fetal programming in 2-year-old calving heifers: periconception and first trimester protein restriction alters fetal growth in a genderspecific manner. **Animal Production Science**, Queensland, 54:1333–1337.

Cossu, G, Borello, U (1999). Wnt signaling and the activation of myogenesis in mammals. **The EMBO journal**, 18:6867-6872.

De Vries, MW (1995). Estimating forage intake and quality in grazing cattle: a reconsideration of the hand-plucking method. **Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives**, 48:370-375.

Decologne, N, Kolb, M, Margetts, PJ, Menetrier, F, Artur, Y, Garrido, C, Bonniaud, P (2007). TGF- β 1 induces progressive pleural scarring and subpleural fibrosis. **The Journal of Immunology**, 179:6043-6051.

Detmann, E, Souza, MA, Valadares Filho, SC, Queiroz, AC, Berchielli, TT, Saliba, EOS, Cabral, LS, Pina, DS, Ladeira, MM, Azevêdo, JAG (Eds.) (2012). **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 214p.

Dill, MD, Pereira, GR, Costa, JBG, Canellas, LC, Peripolli, V, Neto, JB, Barcellos, JOJ (2015). Technologies that affect the weaning rate in beef cattle production systems. **Tropical animal health and production**, 47:1255-1260.

Do Carmo, M, Claramunt, M, Carriquiry, M, Soca, P (2016). Animal energetics in extensive grazing systems: Rationality and results of research models to improve energy efficiency of beef cow-calf grazing Campos systems. **Journal of Animal Science**, 94:84-92.

Do Carmo, M, Sollenberger, LE, Carriquiry, M, Soca, P (2018). Controlling herbage allowance and selection of cow genotype improve cow-calf productivity in Campos grasslands. **The Professional Animal Scientist**, 34:32-41.

Du, M, Huang, Y, Das, AK, Yang, Q, Duarte, MS, Dodson, MV, Zhu, MJ (2013). Meat Science and Muscle Biology Symposium: manipulating mesenchymal progenitor cell

18 differentiation to optimize performance and carcass value of beef cattle. **Journal of animal science**, 91:1419-1427.

Du, M, Tong, J, Zhao, J, Underwood, KR, Zhu, M, Ford, SP, Nathanielsz, PW (2010). Fetal programming of skeletal muscle development in ruminant animals. **Journal of animal science**, 88:51-60.

Du, M, Wang, B, Fu, X, Yang, Q, Zhu, MJ (2015). Fetal programming in meat production. **Meat science**, 109:40-47.

Duarte, MS, Gionbelli, MP, Paulino, PVR, Serão, NVL, Nascimento, CS, Botelho, ME, Du, M (2014). Maternal overnutrition enhances mRNA expression of adipogenic markers and collagen deposition in skeletal muscle of beef cattle fetuses. **Journal of Animal Science**, 92:3846-3854.

Duarte, MS, Paulino, PVR, Das, AK, Wei, S, Seroa, NVL, Fu, X, Du, M (2013). Enhancement of adipogenesis and fibrogenesis in skeletal muscle of Wagyu compared with Angus cattle. **Journal of animal science**, 91:2938-2946.

Echeverria, JR, Euclides, VPB, Sbrissia, AF, Montagner, DB, Barbosa, RA, Nantes, NN (2016). Forage accumulation and nutritive value of the urochloa interspecific hybrid'BRS RB331 ipyporã'under intermittent grazing. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 51:880-889.

Eduardo, HBKM, Mário, FP, Sebastião, CVF, Moraes, KAA, Detmann, E, Souza, MG (2010). Avaliação nutricional de estratégias de suplementação para bovinos de corte durante a estação da seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 39:608-616.

Edwards, SR; Hobbs, JD; Mulliniks, JT (2017). High milk production decreases cow-calf productivity within a highly available feed resource environment. **Translational Animal Science**, 1:54-59.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, 1999. 412p.

Euclides, VP, Macedo, MCM, Valle, CB, Difante, GS, Barbosa, RA, Cacere, ER (2009). Valor nutritivo da forragem e produção animal em pastagens de *Brachiaria brizantha*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 44:98-106.

Ferrell, CL, Garrett, WN, Hinman, N, Grichting, G (1976). Energy utilization by pregnant and non-pregnant heifers. **Journal of Animal Science**, 42:937-950.

Ferrell, CL; Jenkins, TG (1984a). Energy utilization by mature, nonpregnant, nonlactating cows of different types. **Journal of Animal Science**, 58:234-243.

Ferrell, CL; Jenkins, TG (1984b). Relationships among various body components of mature cows. **Journal of Animal Science**, 58:222-233.

Ferrell, CL; Jenkins, TG (1985). Cow type and the nutritional environment: nutritional aspects. **Journal of Animal Science**, 61:725-741.

Ferrell, CL; Jenkins, TG (1996). Relationships between body condition score and empty body weight, water, fat, protein, and energy percentages in mature beef cows of diverse breeds. **Journal of Animal Science**, 74:245.

Fiss, CF; Wilton, JW (1992). Contribution of breed, cow weight, and milk yield to the traits of heifers and cows in four beef breeding systems. **Journal of animal science**, 70:3686-3696.

Forbes, JM. (Ed.). **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. Cabi, 2007.

Freetly, HC, Ferrell, CL (1998). Net flux of glucose, lactate, volatile fatty acids, and nitrogen metabolites across the portal-drained viscera and liver of pregnant ewes. **Journal of animal science**, 76:3133-3145.

Freetly, HC; Ferrell, CL (2000). Net flux of nonesterified fatty acids, cholesterol, triacylglycerol, and glycerol across the portal-drained viscera and liver of pregnant ewes. **Journal of animal science**, 78:1380-1388.

Funston, RN, Summers, AF, Roberts, AJ (2012). Alphanut Beef Cattle Nutrition Symposium: Implications of nutritional management for beef cow-calf systems. **Journal of animal science**, 90:2301-2307.

Funston, RN; Larson, DM; Vonnahme, KA (2010). Effects of maternal nutrition on conceptus growth and offspring performance: implications for beef cattle production. **Journal of animal science**, 88:205-215.

Gionbelli, MP, Duarte, MS, Valadares Filho, SC, Detmann, E, Chizzotti, ML, Rodrigues, FC, Machado, MG (2015b). Achieving body weight adjustments for feeding status and pregnant or non-pregnant condition in beef cows. **PloS one**, 10: e0112111.

Gionbelli, MP, Duarte, MS, Valadares Filho, SC, Detmann, E, Gionbelli, TRS, Zanetti, D, Silva, LHP (2015a). Energy requirements for pregnant and nonpregnant Nelore cows. **Journal of Animal Science**, 93:547.

Gionbelli, MP. **Requerimentos nutricionais e aspectos quantitativos do crescimento, desenvolvimento e digestão de vacas Nelore gestantes e não gestantes** (2013). Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Animais Domésticos; Nutrição e Alimentação Animal; Pastagens e Forragicultura) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 215.

Gionbelli, TRS, Veloso, CM, Rotta, PP, Valadares Filho, SC, Carvalho, B, Marcondes, MI, Cunha, CS, Novaes, MAS, Prezotto, LD, Gionbelli, MP (2017). Foetal development of skeletal muscle in bovines as a function of maternal nutrition, foetal sex and gestational age. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, 102:545-556.

Godfrey, KM; Barker, DJP (2000). Fetal nutrition and adult disease. **The American journal of clinical nutrition**, 71:1344-1352.

Goering, HK; Van Soest, PJ (1970). **Forage fiber analyses: apparatus, reagents, procedures, and some applications**. Agricultural Research Service, US Department of Agriculture.

Gomes Jr, P (2000). **Composição químico-bromatológica da *Brachiaria decumbens* e desenvolvimento de novilhos em recria suplementados durante a seca**. Viçosa: 51p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa.

Gondret, F, Lefaucheur, L, Louveau, I, Lebret, B, Pichodo, X, Le Cozler, Y (2005). Influence of piglet birth weight on postnatal growth performance, tissue lipogenic capacity and muscle histological traits at market weight. **Livestock Production Science**, 93:137-146.

Gosselin, LE, Williams, JE, Deering, M, Brazeau, D, Koury, S, Martinez, DA (2004). Localization and early time course of TGF- β 1 mRNA expression in dystrophic muscle. **Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine**, 30:645-653.

Greenwood, P; Clayton, E; Bell, AW (2017). Developmental programming and beef production. **Animal Frontiers**, 7:38-47.

Greenwood, PL; Bell, AW (2019). Developmental Programming and Growth of Livestock Tissues for Meat Production. **Veterinary Clinics: Food Animal Practice**, 35:303-319.

Grings, EE, Roberts, AJ, Geary, TW, Macneil, MD (2008). Milk yield of primiparous beef cows from three calving systems and varied weaning ages. **Journal of Animal Science**, 86:768-779.

Gunter, SA, Judkins, MB, Krysl, LJ, Broesder, JT, Barton, RK, Rueda, BR, Holcombe, DW (1990). Digesta kinetics, ruminal fermentation characteristics and serum metabolites of pregnant and lactating ewes fed chopped alfalfa hay. **Journal of animal science**, 68:3821-3831.

Gupta, RK, Arany, Z, Seale, P, Mepani, RJ, Ye, L, Conroe, HM, Spiegelman, BM (2010). Transcriptional control of preadipocyte determination by Zfp423. **Nature**, 464:619-623.

Gupta, RK, Mepani, RJ, Kleiner, S, Lo, JC, Khandekar, MJ, Cohen, P, Spiegelman, BM (2012). Zfp423 expression identifies committed preadipocytes and localizes to adipose endothelial and perivascular cells. **Cell metabolism**, 15:230-239.

Hart, IC, Bines, JA, Balch, CC, Cowie, AT (1975). Hormone and metabolite differences between lactating beef and dairy cattle. **Life sciences**, 16:1285-1291.

Hatfield, PG, Clanton, DC, Eskridge, KM, Sanson, DW (1989). Forage intake by lactating beef cows differing in potential for milk production. **Journal of animal science**, v. 67, n. 11, p. 3018-3027, 1989.

Herring, AD (2014). Beef cattle production systems. Oxfordshire: CABI.

Houghton, PL, Lemenager, RP, Horstman, LA, Hendrix, KS, Moss, GE (1990). Effects of body composition, pre-and postpartum energy level and early weaning on reproductive performance of beef cows and preweaning calf gain. **Journal of animal science**, 68:1438-1446.

Houghton, PL, Lemenager, RP, Hendrix, KS, Moss, GE, Stewart, TS (1990a). Effects of body composition, pre-and postpartum energy intake and stage of production of energy utilization by beef cows. **Journal of Animal Science**, 68:1447-1456.

Hyatt, JPK, McCall, GE, Kander, EM, Zhong, H, Roy, RR, Huey, KA (2008). PAX3/7 expression coincides with MyoD during chronic skeletal muscle overload. **Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine**, 38:861-866.

Jenkins, TG; Ferrell, CL (2007). Daily dry matter intake to sustain body weight of mature, nonlactating, nonpregnant cows. **Journal of Animal Science**, 85:1787-1792.

Kaske, M; Groth, A (1997). Changes in factors affecting the rate of digesta passage during pregnancy and lactation in sheep fed on hay. **Reproduction Nutrition Development**, 37:573-588.

Kassar-Duchossoy, L, Giaccone, E, Gayraud-Morel, B, Jory, A, Gomès, D, Tajbakhsh, S (2005). Pax3/Pax7 mark a novel population of primitive myogenic cells during development. **Genes & development**, 19:1426-1431.

Kokkonen, T; Vanhatalo, A (2014). A meta-analysis of the effects of dry period energy intake on retention and mobilization of body tissue, and lactation performance of dairy cows. In: **Biennial Conference of the Australian Society of Animal Production**. Australian Society of Animal Production, 288.

Koletzko, B (2009). **Early nutrition programming and health outcomes in later life**. Springer.

Kollias, HD, McDermott, JC (2008). Transforming growth factor- β and myostatin signaling in skeletal muscle. **Journal of applied physiology**, 104:579-587.

Konduri, GG, Bakhutashvili, I, Eis, A, Pritchard Jr, K (2007). Oxidant stress from uncoupled nitric oxide synthase impairs vasodilation in fetal lambs with persistent pulmonary hypertension. **American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology**. 292:1812-1820.

Ladeira, MM, Schoonmaker, JP, Gionbelli, MP, Dias, JC, Gionbelli, TR, Carvalho, JRR, Teixeira, PD (2016). Nutrigenomics and beef quality: A review about lipogenesis. **International journal of molecular sciences**, 17:918.

Lake, SL, Scholljegerdes, EJ, Atkinson, RL, Nayigihugu, V, Paisley, SI, Rule, DC, Hess, BW (2005). Body condition score at parturition and postpartum supplemental fat effects on cow and calf performance. **Journal of Animal Science**, 83:2908-2917.

Lalman, DL, Keisler, DH, Williams, JE, Scholljegerdes, EJ, Mallett, DM (1997). Influence of postpartum weight and body condition change on duration of anestrus by undernourished suckled beef heifers. **Journal of Animal Science**, 75:2003-2008.

Lana, RP, Gomes, JRP. Sistema de suplementação alimentar para bovinos de corte em pastejo: Validação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, 31:451-459.

Larson, DM, Martin, JL, Adams, DC, Funston, RN (2009). Winter grazing system and supplementation during late gestation influence performance of beef cows and steer progeny. **Journal of animal science**, 87:1147-1155.

Lemaster, CT, Taylor, RK, Ricks, RE, Long, NM (2017). The effects of late gestation maternal nutrient restriction with or without protein supplementation on endocrine regulation of newborn and postnatal beef calves. **Theriogenology**, 87:64-71.

Letterio, JJ, Roberts, AB (1998). Regulation of immune responses by TGF- β . **Annual review of immunology**, 16:137-161.

Lewis, JM, Klopfenstein, TJ, Stock, RA, Nielsen, MK (1990). Evaluation of intensive vs extensive systems of beef production and the effect of level of beef cow milk production on postweaning performance. **Journal of animal science**, 68:2517-2524, 1990.

Liu, RM, Gaston Pravia, K (2010). Oxidative stress and glutathione in TGF- β -mediated fibrogenesis. **Free Radical Biology and Medicine**, 48:1-15.

Liu, RM, Pravia, KAG (2010). Oxidative stress and glutathione in TGF- β -mediated fibrogenesis. **Free Radical Biology and Medicine**, 48:1-15.

Lofgreen, GP; Garrett, WN (1968). A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal of animal science**, 27:793-806.

Lopes, RC, Sampaio, CB, Trece, AS, Teixeira, PD, Gionbelli, TRS, Santos, LR, Gionbelli, MP (2020). Impacts of protein supplementation during late gestation of beef cows on maternal skeletal muscle and liver tissues metabolism. **Animal**, 14:1867-1875.

Lucas, A (1991). Programming by early nutrition in man. **The childhood environment and adult disease**, 1991:38-55.

Lusby, GC; Toy, TJ (1976). An evaluation of surface-mine spoils area restoration in Wyoming using rainfall simulation. **Earth Surface Processes**, 1:375-386.

Maroto, M., Reshef, R., Münsterberg, A. E., Koester, S., Goulding, M., & Lassar, A. B. (1997). Ectopic Pax-3 activates MyoD and Myf-5 expression in embryonic mesoderm and neural tissue. **Cell**, 89:139-148:

Marques, RS, Cooke, RF, Rodrigues, MC, Moriel, P, Bohnert, DW (2016). Impacts of cow body condition score during gestation on weaning performance of the offspring. **Livestock Science**, 191:174-178.

Marston, TT, Simms, DD, Schalles, RR, Zoellner, KO, Martin, LC, Fink, GM (1992). Relationship of milk production, milk expected progeny difference, and calf weaning weight in Angus and Simmental cow-calf pairs. **Journal of animal science**, 70:3304-3310.

McNeill, DM, Slepatis, R, Ehrhardt, RA, Smith, DM, Bell, AW (1997). Protein requirements of sheep in late pregnancy: partitioning of nitrogen between gravid uterus and maternal tissues. **Journal of Animal Science**, 75:809-816.

Meyer, AM, Caton, JS (2016). Role of the small intestine in developmental programming: impact of maternal nutrition on the dam and offspring. **Advances in Nutrition**, 7:169-178.

Millen, DD, Arrigoni, MB (2013). Drivers of change in animal protein production systems: Changes from 'traditional' to 'modern' beef cattle production systems in Brazil. **Animal Frontiers**, 3:56-60.

Miller, SP, Wilton, JW (1999). Genetic relationships among direct and maternal components of milk yield and maternal weaning gain in a multibreed beef herd. **Journal of animal science**, 77:1155-1161.

Moe, PW; Tyrrell, HF (1972). Metabolizable energy requirements of pregnant dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 55:480-483.

Moisá, SJ, Shike, DW, Faulkner, DB, Meteer, WT, Keisler, D, Loor, JJ (2014). Central role of the PPAR γ gene network in coordinating beef cattle intramuscular adipogenesis

in response to weaning age and nutrition. **Gene regulation and systems biology**, 8:17-32.

Moisá, SJ, Shike, DW, Shoup, L, Rodriguez-Zas, SL, Loor, JJ (2015). Maternal plane of nutrition during late gestation and weaning age alter Angus× Simmental offspring longissimus muscle transcriptome and intramuscular fat. **PLoS One**, 10:1-20.

Moisá, SJ, Shike, DW, Shoup, L, Loor, JJ (2016). Maternal plane of nutrition during late-gestation and weaning age alter steer calf longissimus muscle adipogenic microRNA and target gene expression. **Lipids**, 51:123-138.

Mondragon, I, Wilton, JW, Allen, OB, Song, H (1983). Stage of lactation effects, repeatabilities and influences on weaning weights of yield and composition of milk in beef cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, 63:751-761.

Monjardino, M, MacLeod, N, McKellar, L, Prestwidge, D (2015). Economic evaluation of irrigated forage production in a beef cattle operation in the semi-arid tropics of northern Australia. **Agricultural Systems**, Essex, 139:122-143.

Montano-Bermudez, M; Nielsen, MK; Deutscher, GH (1990). Energy requirements for maintenance of crossbred beef cattle with different genetic potential for milk. **Journal of Animal Science**, 68:2279-2288.

Mott, GO, Lucas, HL (1952). The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In **International grassland congress**, 6:1380-1395.

Mwansa, PB, Crews Jr, DH, Wilton, JW, Kemp, RA (2002). Multiple trait selection for maternal productivity in beef cattle. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, 119:391-399.

Nasca, JA, Feldkamp, CR, Arroquy, JI, Colombatto, D (2015). Efficiency and stability in subtropical beef cattle grazing systems in the northwest of Argentina. **Agricultural Systems**, 133:85-96.

NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE (2016). **Nutrient Requirements of Beef Cattle**: Eighth Revised Edition. Washington, DC: The National Academies Press.

National Research Council - NRC. 2000. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7 ed. Washington, DC: National Academy Science.

National Research Council - NRC. 2001. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7 ed. Washington, DC: National Academy Science.

Nunes, PAA, Bredemeier, C, Bremm, C, Caetano, LAM, Almeida, GM, Souza Filho, W, Carvalho, PCF (2019). Grazing intensity determines pasture spatial heterogeneity and productivity in an integrated crop-livestock system. **Grassland Science**. 65:49-59.

Otterby, D. E., Rust, J. W. Effects of age and diet on rumen and blood components of the young calf. **Journal of Dairy Science**, v. 48, p. 1716-1718, 1965.

Parr, MH, Crowe, MA, Lonergan, P, Evans, ACO, Fair, T, Diskin, MG (2015). The concurrent and carry over effects of long term changes in energy intake before insemination on pregnancy per artificial insemination in heifers. **Animal reproduction science**, 157:87-94.

Paulino, P, Duarte, M (2014). Brazilian beef production. In D. Cottle; K. Lewis (Eds.), **Beef cattle production and trade**, Clayton, Australia.

Pere, MC (2003). Materno-foetal exchanges and utilisation of nutrients by the foetus: Comparison between species. **Reproduction, Nutrition, and Development**, 43:1-15.

Prezotto, LD, Camacho, LE, Lemley, CO, Keomanivong, FE, Caton, JS, Vonnahme, KA, Swanson, KC (2016). Nutrient restriction and realimentation in beef cows during early and mid-gestation and maternal and fetal hepatic and small intestinal in vitro oxygen consumption. **animal**, 10:829-837.

Radunz, AE, Fluharty, FL, Day, ML, Zerby, HN, Loerch, SC (2010). Prepartum dietary energy source fed to beef cows: I. Effects on pre-and postpartum cow performance. **Journal of Animal Science**, 88:2717-2728.

Reed, JJ, Ward, MA, Vonnahme, KA, Neville, TL, Julius, SL, Borowicz, PP, Caton, JS (2007). Effects of selenium supply and dietary restriction on maternal and fetal body weight, visceral organ mass and cellularity estimates, and jejunal vascularity in pregnant ewe lambs. **Journal of Animal Science**, 85:2721-2733.

Regnault, TRH, Friedman, JE, Wilkening, RB, Anthony, RV, Hay Jr, WW (2005). Fetoplacental transport and utilization of amino acids in IUGR—a review. **Placenta**, 26:52-62.

Rehfeldt, C, Fiedler, I, Stickland, NC (2004). Number and size of muscle fibres in relation to meat production. **Muscle development of livestock animals: physiology, genetics, and meat quality**, 1-37.

Reis, RA, Ruggier, AC, Casagrande, DR, Pascoa, AG (2009). Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 38:147-159.

Reis, RA, Ruggieri, AC, Oliveira, AA, Azenha, MV (2011). Manejo da pastagem, diferimento, e estratégias de suplementação na engorda de bovinos no pasto. In: X Congresso sobre Manejo e Nutrição de Bovinos, 2011, Campo Grande, Mato Grosso do Sul. **Anais...** Campo Grande.

Restle J, Pacheco PS, Moletta JL, Brondani IL, Cerdótes L (2003) Genetic group and postpartum nutritional level on the milk yield and composition of beef cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 32:585–597.

Reynolds, LP, Borowicz, PP, Caton, JS, Crouse, MS, Dahlen, CR, Ward, AK (2019). Developmental programming of fetal growth and development. **Veterinary Clinics: Food Animal Practice**, 35:229-247.

Reynolds, LP, Caton, JS (2012). Role of the pre- and post-natal environment in developmental programming of health and productivity. **Mol. Cell. Endocrinol.** 354:54–59.

Reynolds, LP, Grazul-Bilska, AT, Borowicz, PP (2018). Placental angiogenesis. In: Skinner MK, editor. Encyclopedia of reproduction. Cambridge, MA; Amsterdam, Netherlands: Academic Press, Elsevier. 2:521–529.

Reynolds, LP, Vonnahme, KA, Lemley, CO, Redmer, DA, Grazul-Bilska, AT, Borowicz, PP, Caton, JS (2013). Maternal stress and placental vascular function and remodeling. **Current Vascular Pharmacology**, 11:564-593.

Reynolds, LP, Ward, AK, CATON, JS (2017) Epigenetics and developmental programming in ruminants: long-term impacts on growth and development. In: **Biology of domestic animals**. CRC Press, 85-121.

Reynolds, LP; Redmer, DA (1995). Utero-placental vascular development and placental function. **Journal of animal science**, 73:1839-1851.

Ritchie, HD (1995). The optimum cow: what criteria must she meet?. In: **Beef Improvement Federation annual conference**. Sheridan: Beef Improvement Federation.

Robertson, JB, Van Soest, PJ, James, WPT, Theander, O (1981). **The analysis of dietary fiber in food. The detergent system of analysis and its application to human foods**. James, WPT and Theander, O., eds. Marcel Dekker, New York, NY, 123-158.

Robinson, DL; Cafe, LM; Greenwood, PL (2013). 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.

Robinson, TJ, Shelton, JN (1977). Reproduction in cattle. **Reproduction in domestic animals**, 3:433-441.

Robison, OW, Yusuff, MKM, Dillard, EU (1978). Milk production in Hereford cows I. Means and correlations. **Journal of Animal Science**, 47:131-136.

Roche, JR, Lee, JM, Macdonald, KA, Berry, DP (2007). Relationships among body condition score, body weight, and milk production variables in pasture-based dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 90:3802-3815.

Rodrigues, PF, Menezes, LM, Azambuja, RCC, Suñé, RW, Barbosa Silveira, ID, Cardoso, FF (2014). Milk yield and composition from Angus and Angus-cross beef cows raised in southern Brazil. **Journal of animal science**, 92:2668-2676.

Roth, MTP, Resende, FD, Oliveira, IM, Fernandes, RM, Custódio, L, Siqueira, GR (2017). Does supplementation during previous phase influence performance during the growing and finishing phase in Nellore cattle?. **Livestock Science**. 204:122–128.

Ruviaro, CF, da Costa, JS, Florindo, TJ, Rodrigues, W, Medeiros, GIB, Vasconcelos, PS (2016). Economic and environmental feasibility of beef production in different feed management systems in the Pampa biome, southern Brazil. **Ecological indicators**, 60:930-939.

Sacco, RE, Baker, JF, Cartwright, TC, Long, CR, Sanders, JO (1989). Lifetime productivity of straightbred and F1 cows of a five-breed diallel. **Journal of Animal Science**, 67:1964-1971.

Santos, MER (2009). **Variabilidade espacial e dinâmica do acúmulo de forragem em pastos de capim-braquiária sob lotação contínua**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa.

Santos, MER, da Fonseca, DM, Euclides, VPB, Júnior, JIR, Balbino, EM, Casagrande, DR(2008). Valor nutritivo da forragem e de seus componentes morfológicos em pastagens de *Brachiaria decumbens* diferida. **Boletim de Indústria Animal**, 65:303-311.

Schroder, UJ, Staufenbiel, R (2006). Invited review: Methods to determine body fat reserves in the dairy cow with special regard to ultrasonographic measurement of backfat thickness. **Journal of Dairy Science**, 89:1-14.

Sibley, C, Glazier, J, D'Souza, S (1997). Placental transporter activity and expression in relation to fetal growth. **Experimental Physiology**, 83:389-402.

Sollenberger, LE, Moore, JE, Allen, VG, Pedreira, CG (2005). Reporting forage allowance in grazing experiments. **Crop Science**, 45:896-900.

Sollenberger, LE.; Cherney, DJR (1995). Evaluating forage production and quality. **Forages: The science of grassland agriculture**, 2:97-110.

Stewart, CEH, Rittweger, J (2005). Adaptive processes in skeletal muscle: molecular regulators and genetic influences. **Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions**, 6:73

Stickland, NC, Bayol, S, Ashton, C, Rehfeldt, C (2004). Manipulation of muscle fibre number during prenatal development. **Muscle development of livestock animals—physiology, genetics, and meat quality**, 69-82.

Stobo, IJF; Roy, JHB; Gaston, HJ (1966). Rumen development in the calf: 1. The effect of diets containing different proportions of concentrates to hay on rumen development. **British Journal of Nutrition**, 20:171-188.

Stuedemann, JA, Guenther, JJ, Ewing, SA, Morrison, RD, Odell, GV (1968). Effect of nutritional level imposed from birth to eight months of age on subsequent growth and development patterns of full-fed beef calves. **Journal of animal science**, 27:234-241.

Sul, HS (2009). Minireview: Pref-1: role in adipogenesis and mesenchymal cell fate. **Molecular Endocrinology**, 23:1717-1725.

Swanson, TJ, Hammer, CJ, Luther, JS, Carlson, DB, Taylor, JB, Redmer, DA, Vonnahme, KA (2008). Effects of gestational plane of nutrition and selenium

supplementation on mammary development and colostrum quality in pregnant ewe lambs. **Journal of Animal Science**, 86:2415-2423.

Symonds, ME; Sebert, SP; Budge, H (2010). Nutritional regulation of fetal growth and implications for productive life in ruminants. **Animal: an international journal of animal bioscience**, 4:1075.

Tittonell, P, Klerkx, L., Baudron, F, Félix, GF, Ruggia, A, Van Apeldoorn, D, Rossing, WA (2016). Ecological intensification: local innovation to address global challenges. In: **Sustainable agriculture reviews**. Springer, Cham, 19:1-34.

Underwood, KR, Tong, JF, Price, PL, Roberts, AJ, Grings, EE, Hess, BW, Du, M (2010). Nutrition during mid to late gestation affects growth, adipose tissue deposition, and tenderness in cross-bred beef steers. **Meat Science**, 86:588-593.

Valadares Filho, SC, Costa e Silva, LF, Lopes, SA, Prdos, LF, Chizzotti, ML, Machado, PAS, Bissaro, LZ, Furtado, T (2016). BR-CORTE 3.0. **Cálculo de exigências nutricionais, formulação de dietas e predição de desempenho de zebuínos puros e cruzados**. Disponível em www.brcorte.com.br. Acesso em 20/09/2020.

Valiente, SL, Maresca, S, Rodriguez, AM, Palladino, RA, Lacau-Mengido, IM, Long, NM, Quintans, G (2018). Effect of protein restriction of Angus cows during late gestation: Subsequent reproductive performance and milk yield. **The Professional Animal Scientist**, 34:261-268.

Van Oijen, M; Montano-Bermudez, M; Nielsen, MK (1993). Economical and biological efficiencies of beef cattle differing in level of milk production. **Journal of animal science**, 71:44-50.

Van Soest, PJ; Robertson, JB (1985). **Analysis of forages and fibrous foods**. Cornell University.

Van Vuuren, AM (1994). Aspects of forage intake regulation. In: GENERAL MEETING OF THE EUROPEAN GRASSLAND FEDERATION, 15., Wageningen. **Proceedings...** Wageningen: 556-565.

Vaughan, OR, Fowden, AL (2016). Placental metabolism: substrate requirements and the response to stress. **Reproduction in Domestic Animals**, 51:25-35.

Vaz, RZ, Restle, J, Santana, PP, Nunes Vaz, F, Alves Filho, DC, Brondani, IL, Pascoal, LL, Argenta, FM (2014). Produtividade e eficiência de produção de vacas de diferentes grupos genéticos submetidas a pastagens cultivadas no pré ou pós-parto. **Semina: Ciências Agrárias**, 35:2697-2708.

Vonnahme, KA, Ford, SP, Nijland, MJ, Reynolds, LP (2004). Alteration in cotyledonary (COT) vascular responsiveness to angiotensin II (ANG II) in beef cows undernourished during early gestation. In: **Biology of Reproduction**. 1603 Monroe ST, Madison, WI 53711-2021 USA: Soc Study Reproduction, 110-110.

Vonnahme, KA, Lemley, CO, Caton JS, Meyer, AM (2015). Impacts of maternal nutrition on vascularity of nutrient transferring tissues during gestation and lactation. **Nutrients**, 7:3497–3523.

Wallace, JM, Bourke, DA, Aitken, RP (1999). Nutrition and fetal growth: paradoxical effects in the overnourished adolescent sheep. **Journal of reproduction and fertility**. Supplement, 54:385-399.

Wallace, LR (1948). The growth of lambs before and after birth in relation to the level of nutrition. *The Journal of Agricultural Science*, 38:367-401.

Walmsley, BJ, Lee, SJ, Parnell, PF, Pitchford, WS (2016). A review of factors influencing key biological components of maternal productivity in temperate beef cattle. **Animal Production Science**, 58:1-19.

Wang, X, Lan, X, Radunz, AE, Khatib, H (2015). Maternal nutrition during pregnancy is associated with differential expression of imprinted genes and DNA methyltransferases in muscle of beef cattle offspring. **Journal of Animal Science**, 93:35-40.

Wesp, CDL, Carvalho, PCF, Conte, O, Cadenazzi, M, Anghinoni, I, Bremm, C (2016). Steers production in integrated crop-livestock systems: pasture management under different sward heights. **Revista Ciência Agronômica**, 47:187-194.

Wilson, TB, Long, NM, Faulkner, DB, Shike, DW (2016). 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**, Champaign, 94:2035-2046.

Winterholler, SJ, Mcmurphy, CP, Mourer, GL, Krehbiel, CR, Horn, GW, Lalman, DL (2012). Supplementation of dried distillers grains with solubles to beef cows consuming low-quality forage during late gestation and early lactation. **Journal of Animal Science**, 90:2014-2025.

Wu, G, Bazer, FW, Wallace, JM, Spencer, TE (2006). Board-invited review: intrauterine growth retardation: implications for the animal sciences. **Journal of animal science**, 84:2316-2337.

Wu, Z, Rosen, ED, Brun, R, Hauser, S, Adelmant, G, Troy, AE, Spiegelman, BM (1999). Cross-regulation of C/EBP α and PPAR γ controls the transcriptional pathway of adipogenesis and insulin sensitivity. **Molecular cell**, 3:151-158.

Yamada, T, Higuchi, M, Nakanishi, N (2014). Fat depot-specific differences in pref-1 gene expression and adipocyte cellularity between Wagyu and Holstein cattle. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, 445:310-313.

Yamada, T, Kawakami, SI, Nakanishi, N (2009). Expression of adipogenic transcription factors in adipose tissue of fattening Wagyu and Holstein steers. **Meat Science**, 81:86-92.

Yokoo, T, Shieh-morteza, M, Hamilton, G, Wolfson, T, Schroeder, ME, Middleton, MS, Patton, HM (2011). Estimation of hepatic proton-density fat fraction by using MR imaging at 3.0 T. **Radiology**, 258:749-759.

Yunusova, RD, Neville, TL, Vonnahme, KA, Hammer, CJ, Reed, JJ, Taylor, JB, Caton, JS (2013). Impacts of maternal selenium supply and nutritional plane on visceral tissues and intestinal biology in 180-day-old offspring in sheep. **Journal of animal science**, 91:2229-2242.

Zhang, S, Regnault, TR, Barker, PL, Botting, KJ, McMillen, IC, McMillan, CM, Morrison, JL (2015). Placental adaptations in growth restriction. **Nutrients**, 7:360-389.

Zhu, MJ, Ford, SP, Nathanielsz, PW, Du, M (2004). Effect of maternal nutrient restriction in sheep on the development of fetal skeletal muscle. **Biology of Reproduction**, 71:1968–1973.