

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

**VACAS NELORE SUBMETIDAS A DIFERENTES OFERTAS  
DE FORRAGEM DURANTE OS TERÇOS MÉDIO E FINAL DA  
GESTAÇÃO E SEU IMPACTO NO PAR VACA/BEZERRA**

**Luciana Melo Sousa**  
Zootecnista

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

**VACAS NELORE SUBMETIDAS A DIFERENTES OFERTAS  
DE FORRAGEM DURANTE OS TERÇOS MÉDIO E FINAL DA  
GESTAÇÃO E SEU IMPACTO NO PAR VACA/BEZERRA**

**Discente: Luciana Melo Sousa**

**Orientador: Prof. Dr. Gustavo Rezende Siqueira**

**Coorientadora: Dra. Ivanna Moraes de Oliveira**

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

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

Luciana Melo Sousa, nascida em 08 de janeiro de 1996, Uberlândia, Minas Gerais. Filha de Albanísia Cardoso de Melo Sousa e Luciano Machado de Sousa, do lar e profissional autônomo, respectivamente. Possui graduação em Zootecnia (2014 – 2018), pela Universidade Federal de Uberlândia, Campus Umuarama. Atuando no grupo Gepnutri e em iniciações científicas, sob orientação do professor Dr. Gilberto de Lima Macedo Júnior (2015 – 2018). Em 2017 participou, por um semestre, com início em setembro de 2017, de intercâmbio no Instituto Politécnico de Santarém, Santarém, Portugal. Em 2018 desenvolveu o estágio curricular na Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Polo Regional da Alta Mogiana, Colina, São Paulo, sob orientação do professor Dr. Gustavo Rezende Siqueira. Em fevereiro 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 professor Dr. Gustavo Rezende Siqueira.

S725

Sousa, Luciana Melo

Vacas Nelore submetidas a diferentes ofertas de forragem durante os terços médio e final da gestação e seu impacto no par vaca/bezerra /Luciana Melo Sousa. -- Jaboticabal, 2021

70 f. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias,

1. Nutrição animal. 2. Bovinos de corte. 3. Desenvolvimento fetal.

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:** VACAS NELORE SUBMETIDAS A DIFERENTES OFERTAS DE FORRAGEM DURANTE O TERÇO MÉDIO E FINAL DA GESTAÇÃO E SEU IMPACTO NO PAR VACA/BEZERRA

**AUTORA:** LUCIANA MELO SOUSA

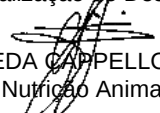
**ORIENTADOR:** GUSTAVO REZENDE SIQUEIRA

**COORIENTADORA:** IVANNA MORAES DE OLIVEIRA

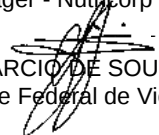
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em ZOOTECNIA, pela Comissão Examinadora:



Pesquisador Dr. GUSTAVO REZENDE SIQUEIRA (Participação Virtual)  
Departamento de Descentralização do Desenvolvimento / APTA - Colina/SP



Pesquisador Dr. BRUNO IEDA CAPPELLOZZA (Participação Virtual)  
R & D Manager - Nutricorp Nutrição Animal / Araras/SP



Prof. Dr. MARCIO DE SOUZA DUARTE (Participação Virtual)  
Universidade Federal de Viçosa-UFV / Viçosa/MG

Jaboticabal, 24 de fevereiro de 2021

## SUMÁRIO

|                                                                                                                                                          |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>CAPÍTULO 1 – Considerações gerais .....</b>                                                                                                           | <b>5</b>  |
| 1. Introdução .....                                                                                                                                      | 5         |
| 2. Revisão de literatura .....                                                                                                                           | 6         |
| 2.1 Exigências nutricionais e escore de condição corporal (ECC) de vacas gestantes .....                                                                 | 6         |
| 2.2 Oferta de forragem (OF) e relação com o consumo de matéria seca (CMS) .....                                                                          | 11        |
| 2.3 Programação fetal .....                                                                                                                              | 16        |
| 2.4 Influência da nutrição materna na progênie .....                                                                                                     | 19        |
| 3. Referências .....                                                                                                                                     | 23        |
| <br><b>CAPÍTULO 2 – A restrição nutricional, da metade ao final da gestação, afeta negativamente o desempenho do par vaca/bezerra até o desmame.....</b> | <b>36</b> |
| Introdução .....                                                                                                                                         | 38        |
| Material e métodos .....                                                                                                                                 | 39        |
| Resultados .....                                                                                                                                         | 49        |
| Discussão .....                                                                                                                                          | 59        |
| Conclusão .....                                                                                                                                          | 65        |
| Referências .....                                                                                                                                        | 65        |

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus e a Nossa Senhora Aparecida, por me guiarem e acompanharem meu caminho, dando forças para enfrentar os obstáculos e seguir em frente.

À minha família pelo apoio incondicional. Agradeço a minha mãe Albanísia e meu pai Luciano, que além do dom da vida, me dão todo o suporte necessário para que eu continue alcançando meus objetivos. Meu irmão João Ivo, por sempre me apoiar e estar ao meu lado. Agradeço também aos meus avós, tias, tios, primos e primas pelas alegrias que me trazem e por todo incentivo durante essa trajetória

Ao Henrique pelo carinho, compreensão, companhia, incentivo e por toda ajuda na condução desse trabalho. Obrigada.

Ao meu orientador, Dr. Gustavo Siqueira, a quem respeito e admiro. Professor, muito obrigada por tudo: por me receber, pela orientação, apoio, paciência, ensinamentos, dedicação e pelas contribuições na condução e elaboração deste trabalho.

Ao professor Dr. Flávio Dutra pelo apoio, ensinamentos, conselhos. Admiro sua inteligência e postura profissional.

À Dra. Ivanna Oliveira, minha coorientadora. Obrigada pela amizade, ajuda, ensinamentos, paciência e conselhos. Sua contribuição foi muito importante para a melhoria do trabalho.

À Dra. Laura Prados, agradeço pela ajuda e paciência (principalmente na parte estatística rsrs), amizade, contribuições e conselhos. Obrigada.

Ao Pólo Regional da Alta Mogiana (APTA de Colina), por ter sido meu lar durante esses anos. E por me proporcionar toda a estrutura e funcionários necessários para o desenvolvimento do projeto de pesquisa.

Aos funcionários da APTA de Colina pelos anos de convívio e auxílio no desenvolvimento deste projeto. Sem seus auxílios essa jornada seria muito mais laboriosa. Em especial, aos campeiros Luizinho e Roberto, por todo apoio e suporte na condução do experimento.

À Regina e ao Rodolfo (Toga), pelo auxílio nas análises laboratoriais.

Aos colegas do Grupo de Estudos em Produção de Ruminantes, GEPROR, pelas discussões e oportunidade de crescimento profissional e pessoal. Vocês foram essenciais para a condução do experimento. Em especial ao William, pela parceria e ajuda durante o experimento a campo.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UNESP de Jaboticabal e seus docentes pelos ensinamentos e oportunidade de realização do mestrado.

Aos membros das bancas de defesa de projeto, qualificação e dissertação, Profa. Dra. Izabelle Teixeira, Dr. Eduardo Marostegan, Dr. Ocilon de Sá Filho, Prof. Dr. Márcio Duarte e Dr. Bruno Capellozza pelos ensinamentos e contribuições.

Aos meus companheiros de Hospedaria, pela amizade, longas conversas, momentos de descontração (principalmente pelos churrascos rsrs) e companhia durante essa caminhada.

Aos estagiários, que passaram pela APTA durante a condução deste estudo, obrigada por toda a ajuda de sempre!

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 OBRIGADA!

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## 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 em Agropecuária

## **CAPÍTULO 1 – Considerações gerais**

### **1. Introdução**

A maior parte do rebanho de bovinos de corte no Brasil são criados em sistema extensivo, sendo o pasto a principal fonte de alimento (Millen e Arrigoni, 2013). Considerando a estacionalidade da produção forrageira e o sistema de produção, que concentra o nascimento dos bezerros no final da estação seca e início da estação chuvosa (Lemos et al., 2012), constata-se que os terços médio e final da gestação das vacas coincidem com a época de menor quantidade e qualidade de forragem. Portanto, há grande chance das matrizes, alimentadas exclusivamente com pasto, serem submetidas à restrição nutricional durante a gestação, isso porque os teores de energia e proteína do pasto reduzem durante a estação seca, tornando difícil para o animal atingir suas necessidades nutricionais de manutenção e gestação.

O crescimento pré-natal do bezerro é direta e indiretamente influenciado pelo consumo de nutrientes da vaca desde os estágios iniciais da vida embrionária, momento em que as exigências nutricionais da gestação são consideradas insignificantes (Gionbelli et al., 2016). Considerando que 75% do crescimento fetal em ruminantes acontece nos últimos 60 dias de gestação (Robinson et al., 1977), os terços inicial e médio foram negligenciados por muito tempo (Summers e Funston, 2013). Porém, a adequada nutrição materna no terço inicial e médio da gestação é essencial para permitir o desenvolvimento fetal em plenitude, visto que eventos cruciais ocorrem nestas fases, tais como a vascularização, organogênese fetal, desenvolvimento placentário (Funston et al., 2010) e a formação das fibras musculares (Du et al., 2010). Já o terço final da gestação demonstra ter mais efeito no crescimento pós-natal da cria. Isso ocorre devido à hipertrofia das fibras musculares e a formação dos adipócitos (Du et al., 2010). Posto isso, o terço final da gestação é apontado como a principal etapa em que a nutrição materna pode afetar o desenvolvimento da prole, uma vez que a captação de nutrientes pelo feto torna-se quantitativamente importante na segunda metade da gestação com resultados que persistem por toda vida.

Nesse contexto, a oferta de forragem, definida por Sollemberger et al. (2005) como sendo uma função da massa de forragem e da taxa de lotação, desempenha um papel importante na determinação do consumo total de matéria seca e do desempenho produtivo (Chilibroste et al., 2012) de vacas durante a gestação, além de ser uma ferramenta poderosa para explicar as diferenças no desempenho animal. Dessa forma, as alterações na oferta de forragem podem afetar a nutrição materna durante a gestação e, conseqüentemente, promover impacto no desempenho da progênie.

Estudos têm sido realizados com objetivo de compreender os processos envolvidos com o crescimento e desenvolvimento dos tecidos (Underwood et al., 2010; Gionbelli et al., 2017; Marquez et al., 2017; Rodrigues et al., 2020). Tal conhecimento torna viável a adoção de estratégias alimentares durante os diferentes estágios da gestação, resultando em incrementos no desempenho da progênie. Posto isso, surge a necessidade de estudos com vacas de corte que busquem avaliar a restrição nutricional da metade ao final da gestação, em condições tropicais, e seu impacto no desempenho do par vaca-bezerra até o desmame e na produção de leite da matriz.

Diante disso, o objetivo deste estudo é avaliar o impacto da restrição nutricional no desempenho do par vaca/bezerra durante o estágio gestacional e de aleitamento e na produção de leite da matriz, em vacas de corte prenhas, submetidas a diferentes ofertas de forragem, da metade ao final da gestação.

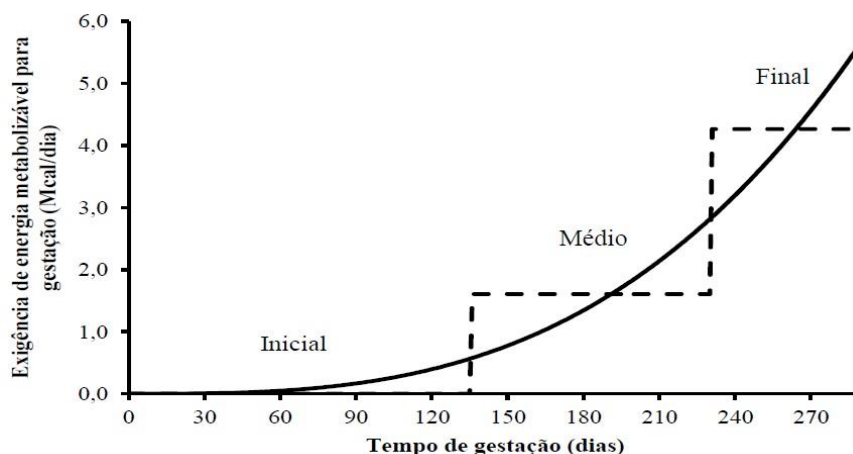
## 2. Revisão de literatura

### 2.1 Exigências nutricionais e escore de condição corporal (ECC) de vacas gestantes

É importante conhecer as exigências nutricionais para vacas prenhas, dado que, em um sistema de cria de bovinos de corte, a eficiência da produção pode ser definida como a habilidade da vaca em transformar o alimento que ingere em quilos de bezerro desmamado (Fontes et al., 2008). A partir do momento em que a vaca fica gestante, seu metabolismo passa por adaptações com intuito de suportar o

desenvolvimento fetal (Ford et al., 2007). Além das exigências para a vaca, é importante considerar as exigências para desenvolvimento do feto, para manutenção dos tecidos maternos e para desenvolvimento do úbere (Gionbelli et al., 2016).

Segundo Webster (1979), de maneira geral e sucinta, as exigências energéticas do animal compreendem a manutenção e produção, que por sua vez, inclui: crescimento, lactação e gestação. Considerando a partição das exigências nutricionais de vacas zebuínas gestantes, descrita por Gionbelli et al. (2016), torna-se possível calcular as exigências nutricionais para manutenção, acúmulo de tecidos maternos e da gestação, separadamente. Baseado nos modelos utilizados pelos mesmos autores, as quantidades requeridas para suportar o crescimento dos constituintes do útero gravídico são pequenas nos primeiros meses de gestação. As exigências para gestação são quantitativamente significativas, do ponto de vista prático, a partir de 135 dias gestação, quando as exigências de energia e proteína apresentam, em média, um acréscimo de 7,3% nas exigências para manutenção (4,5% para energia e 10% para proteína; considerando uma vaca com 500 kg e gestando um bezerro de 32 kg, aproximadamente). Além de menos significativo, o primeiro trimestre da gestação acontece quando os animais ainda têm acesso a forragens em quantidades adequadas e de valores nutricionais interessantes. Ainda, vale ressaltar que existem variações nas exigências para gestação ao longo do período gestacional (Figura 1).



Fonte: Adaptado de Gionbelli et al. (2016).

Figura 1. Exigências de energia metabolizável para uma vaca zebuína adulta (500 kg de peso corporal gestando um bezerro de 32 kg, aproximadamente) divididas em três períodos gestacionais (início, médio e final). A linha contínua representa as exigências calculadas diariamente (Gionbelli et al., 2016) e a linha tracejada representa as exigências médias a serem consideradas em cada período.

Além disso, o conceito de que fêmeas gestantes particionam os nutrientes disponíveis, de forma a favorecer a sua prole, foi inicialmente formulado por Hammond (1947), sugerindo que os diferentes tecidos competem por nutrientes circulantes com base nas suas taxas metabólicas. Esta ideia foi reforçada por altas taxas metabólicas nos tecidos do feto em relação àquelas da matriz (Meschia et al., 1980). No entanto, Bauman e Currie (1980), com base no conceito de homeostase e homeorrese, relacionaram a partição de nutrientes com a regulação endócrina dos tecidos e não em função da competição entre tecidos. Este conceito sugere que há influência simultânea de múltiplos tecidos, com mediação extracelular para que o metabolismo atenda às demandas de forma mais coerente, em níveis que otimizem a oportunidade de o feto crescer e sobreviver no pós-natal e, ao mesmo tempo, minimizando a excessiva depleção das reservas maternas de energia e proteína.

Combinar as necessidades nutricionais com os recursos alimentares disponíveis pode otimizar a eficiência da produção. Como dito anteriormente, em situações de baixa qualidade e oferta de forragem é difícil atender as exigências

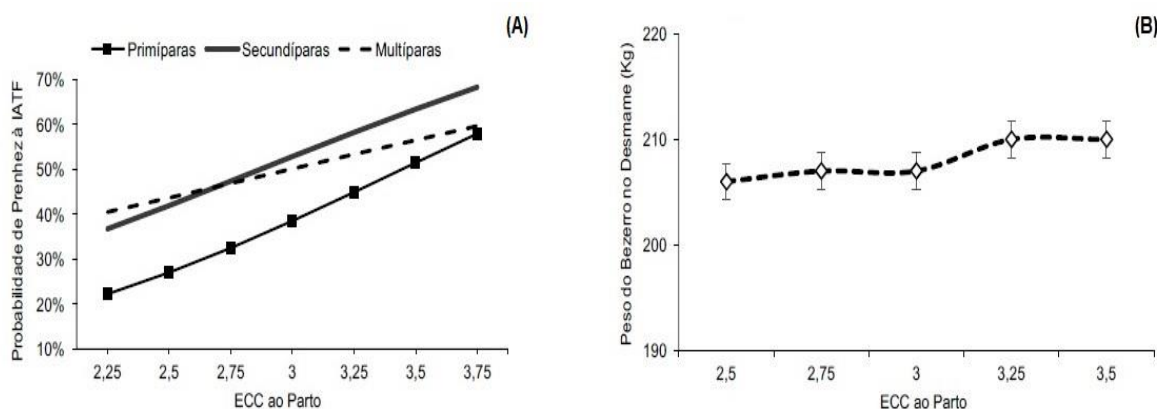
necessárias para a gestação. Com isto, um déficit nutricional durante a gestação pode acarretar consequências sobre a saúde e o crescimento da progênie, impactando no seu desempenho pós-natal (Wu et al., 2006).

No terço final da gestação, uma vaca Nelore prenhe deve consumir 1.036 g/dia de proteína bruta (PB) para atender a sua exigência nutricional, porém esse valor não é alcançado em pastagens de baixa qualidade (Gionbelli et al., 2016). A baixa ingestão de PB prejudica o crescimento bacteriano no rúmen e, conseqüentemente, a digestão de fibra em detergente neutro (FDN) e da matéria orgânica (MO) da pastagem (Sampaio et al., 2009). Portanto, em condições brasileiras, a vaca não terá apenas restrição nutricional de proteína, mas também de energia. Se a ingestão alimentar não atender às exigências, as reservas de tecido corporal serão mobilizadas para equilibrar a deficiência. Além disso, de acordo com Gionbelli et al. (2015), o consumo de matéria seca (CMS) nesta fase é negativamente influenciado pelo crescimento fetal. Assim, além da baixa qualidade do pasto, outro fator que contribui para a restrição nutricional em vacas gestantes é a limitação do consumo.

Uma ferramenta alternativa utilizada para monitorar o animal e sua condição nutricional é o escore de condição corporal (ECC), definido pelo NRC (2001) como uma estimativa subjetiva das reservas energéticas metabolizáveis do tecido adiposo. Quando a vaca está desnutrida, ela mobiliza nutrientes para o feto e usa vias metabólicas alternativas para sua própria manutenção. Nesse caso, a vaca deve estar em bom estado nutricional. Um bom ECC, em torno de 3,25 (escala de 1 a 5), permite que ela suporte restrição nutricional moderada, com perda de peso modesta após o parto. Por outro lado, em estado nutricional deficiente e baixo ( $ECC < 3,25$ ), o balanço energético pode ser prejudicado, aumentando a mortalidade embrionária e reduzindo a gametogênese, a taxa de concepção e o desenvolvimento fetal (NRC, 2000).

De acordo com Ayres et al. (2014), utilizando a escala de 1 a 5 (1 = emaciada e 5 = obesa), a avaliação do ECC foi capaz de prever a espessura de gordura subcutânea (EGS) em vacas Nelore, gerando um forte coeficiente de regressão ( $R^2 = 0,84$ ) entre as variáveis. Em um estudo com vacas multíparas (Hereford x Angus), Casal et al. (2017) constataram efeito positivo do aumento da oferta de forragem de 2,5 para 4,0 kg de MS/kg de PC sobre o ECC das vacas.

Avaliando vacas multíparas Nelore, Carvalho (2017) observou que o menor ECC ao parto e na estação de monta, influenciou negativamente a taxa de prenhez na inseminação artificial (IA), quando comparado a vacas com maior ECC, porém, em menor intensidade que em primíparas e em secundíparas; demonstrando que multíparas são mais resistentes ao efeito do menor ECC ao parto e ao balanço energético negativo nos primeiros 80 dias pós-parto. Este autor observou, ainda, que não houve efeito do ECC ao parto no peso dos bezerros desmamados (Figura 2).



Fonte: Adaptado de Carvalho (2017).

Figura 2. **(A)** Representação gráfica da probabilidade de prenhez à primeira IATF de acordo com o ECC ao parto em primíparas, em secundíparas e em multíparas Nelore lactantes. **(B)** Peso médio dos bezerros ajustado para 210 dias de idade, de acordo com o ECC das vacas ao parto.

Portanto, é importante que a vaca tenha adequado ECC ao parto, pois o mesmo tem grande influência nos resultados reprodutivos. Alterações após o parto também impactam estes resultados. Além disso, é necessário entender que as vacas que produzem bezerros mais pesados são as que mais mobilizam reserva corporal durante a lactação (Carvalho, 2017), logo, necessitam de um melhor suporte nutricional para que não diminuam seu desempenho produtivo.

## 2.2 Oferta de forragem (OF) e relação com o consumo de matéria seca (CMS)

De acordo com Forage and Grazing Terminology Committee (1992), OF é a relação instantânea entre massa de forragem e o PC do animal. Para bovinos à pasto, a intensidade de pastejo (controlada através da OF) determina mudanças na massa e altura da forrageira (Soares et al., 2003). Estas, por sua vez, podem afetar a ingestão de energia (Champman et al., 2007) e, logo, as exigências de energia, através da modificação do PC (Soares et al., 2003) e da própria atividade de pastejo (Brosh, 2007), impactando no equilíbrio energético das vacas.

Em ecossistemas de pastagens, as necessidades de plantas e animais são conflitantes, uma vez que a comunidade de plantas precisa manter sua área foliar com elevada eficiência fotossintética e os animais precisam ser alimentados com forragem de boa qualidade. As gramíneas forrageiras de clima tropical apresentam algumas características que as diferem daquelas de clima temperado. O maior alongamento de hastes (Corsi et al., 1994) possibilita a existência de pastos mais altos e entouceirados, com menor densidade volumétrica de folhas dos estratos superiores. Além disso, são plantas de fisiologia C<sub>4</sub>, com menores teores de PB e maior proporção de componentes de parede celular que, sob condições climáticas favoráveis, apresentam crescimento muito acelerado (Corsi e Nascimento Júnior, 1994).

A massa de forragem, caracterizada pela quantidade de forragem do pasto, cortada no nível do solo, deve estar acima de 1500 kg/ha de MS para permitir o pastejo de bovinos (Mott, 1960), em gramíneas de clima temperado. Para gramíneas de clima tropical, esse patamar mínimo deve ser mais elevado, uma vez que ocorre maior presença de haste e material morto no dossel forrageiro. Kaybeia et al. (2002) trabalhando com capim Marandu e massa de forragem superior a 4500 kg/ha de MS obtiveram ganho de peso médio de 0,148 kg/animal/dia durante o período da seca. Já Bittencourt e Veiga (2001), testando massas de 2000 a 4500 kg/ha de MS para o mesmo cultivar, não obtiveram desempenho animal satisfatório, sugerindo que o limite mínimo de massa de forragem para capim Marandu fosse acima de 4500 kg/ha de MS.

A altura do dossel e o nível de OF possuem relação positiva (Casagrande et al., 2010; Mezzalira et al., 2012). Independente da cultivar forrageira utilizada, os

pastos manejados com maior altura apresentam maiores massas de MS total, assim, quando a produção de MS total decresce há redução na altura do dossel (Flores et al., 2008). Além disso, a OF é uma das características que mais se correlaciona com o desempenho animal, como ganho de peso por animal e por área, junto com a composição morfológica e estrutural da pastagem (Santos e Corrêa, 2009).

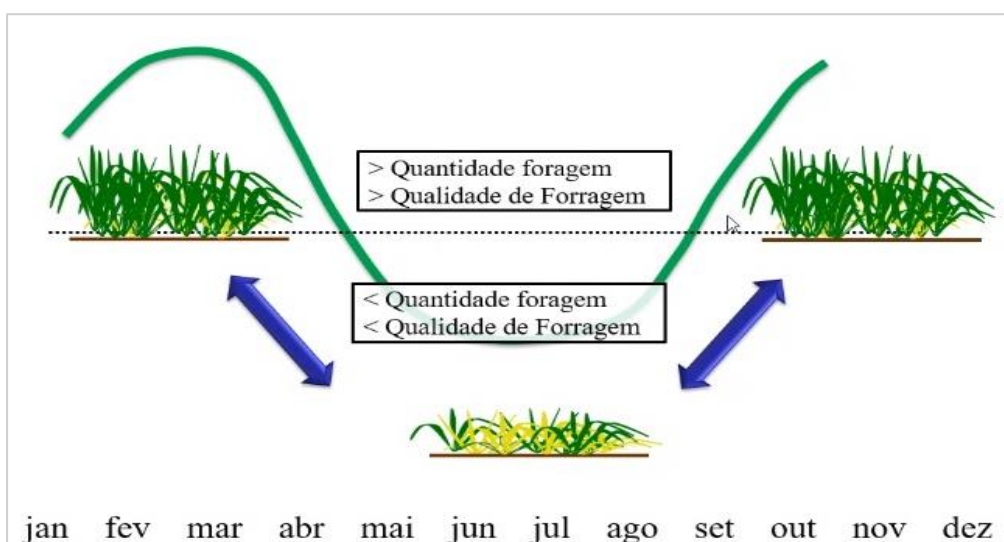
Diante disso, a utilização da OF se torna uma estratégia de manejo eficiente, pois permite disponibilizar massa de forragem para otimizar o pastejo pelos animais e, ao mesmo tempo, promover a renovação dos componentes morfológicos do dossel forrageiro. Casagrande et al. (2010) avaliando diferentes OF (4, 7, 10 e 13% do PC/dia), em capim Marandu, concluíram que o alongamento de colmos e a densidade de perfilhos são as características mais afetadas pela intensidade e sucessão de pastejos, e que ofertas de 4 kg de MS/kg de PC promovem menor alongamento de colmos e tendem a reduzir as perdas por senescência.

Ademais, as alterações na OF e na estrutura do pasto levam a modificações na qualidade e quantidade total de MS consumida pelos animais, sendo que, de modo geral, maior CMS está relacionado a maior quantidade de ingestão de forragem e valor de PB consumida (Gontijo Neto et al., 2006). Portanto, é importante levar em consideração, ao avaliar o consumo de forragem pelos animais, as características de estrutura do pasto e aquelas que limitam o tamanho e a taxa de bocado, como baixa OF e/ou altura (Cabral et al., 2011).

Estudo de Sarmento (2003), trabalhando com capim Marandu sob lotação contínua, observou maior consumo em pastos mantidos em maiores alturas do dossel forrageiro (30 e 40 cm). Carvalho et al. (2001) chamaram a atenção para que a resposta à elevação da altura do dossel, com incrementos em consumo, é verdadeira até determinada altura do dossel forrageiro. Depois deste, o comprimento das lâminas foliares torna-se muito grande e a dispersão espacial das folhas pode limitar a ingestão de forragem, em função do aumento no tempo necessário para captura da folha e realização do bocado.

De acordo com Santos et al. (2004), durante a estação seca, a menor disponibilidade de forragem de boa qualidade ocorre devido a avançada idade fisiológica das plantas forrageiras e a baixa rebrotação, decorrente da inibição causada pela presença de grande quantidade de perfilhos maduros, baixa umidade

nos solos, temperaturas mais baixas e dias mais curtos. Em grande parte dos sistemas de cria brasileiros, o momento do parto coincide com o final da estação seca e transição para início das chuvas - fim do inverno e primavera (Paulino et al., 2004) - caracterizado por menor oferta e pior qualidade da forragem (Da Silva, 2004; Figura 3).

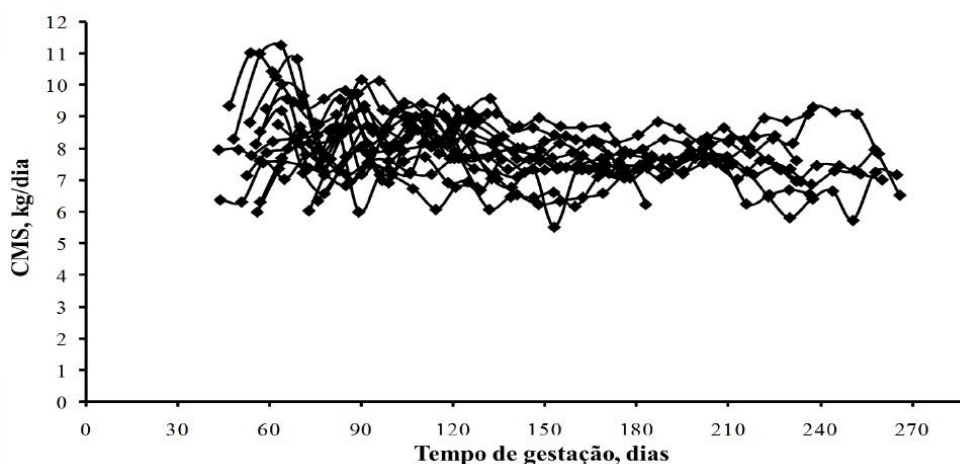


Fonte: Cortesia aula - Reis (2020).

Figura 3. Produção de forragem anual no Brasil Central.

Nesse sentido, diversos fatores, além da qualidade da forragem, influenciam a ingestão de alimentos de vacas em gestação, principalmente no terço final. Dentre eles destaca-se a redução no CMS como resultado da compressão do rúmen pelo útero gravídico (Forbes, 2007). Esse menor CMS também pode se dar por desbalanço entre os nutrientes requeridos pela mãe e pelo feto no final da gestação (Gionbelli et al., 2016).

Uma representação gráfica do CMS de vacas zebuínas gestantes é apresentada na Figura 4 (Gionbelli et al., 2016). Observa-se redução linear no CMS, em relação ao PC, de vacas zebuínas gestantes ( $P < 0,05$ ), a partir de 131 dias de gestação (decréscimo de 0,020 g de MS por kg de PC em jejum para cada dia de gestação).



Fonte: Adaptado de Gionbelli et al. (2016).

Figura 4. Relação entre consumo de matéria seca e dias de gestação em vacas zebuínas gestantes.

$CMS_{gest} \text{ (g/PCJ)} = CMS_{ng} - 0,02 \times (TG - 135)$ ; onde,  $CMS_{gest}$  = consumo de matéria seca gestante;  $CMS_{ng}$  = consumo de matéria seca não gestante; TG = tempo de gestação).

Como foi dito, a exigência nutricional se altera ao longo do ciclo produtivo da vaca, de acordo com o momento fisiológico. Logo, o resultado do balanço energético pode ser influenciado, tanto pelo CMS (qualidade e quantidade) quanto pela demanda de alimento em determinado momento. Quando as vacas têm abundante ingestão de alimento, acima de seu requerimento, podem converter e estocar o excesso de nutrientes na forma de reservas corporais e, então, mobilizá-las em tempos de escassez (Adewuyi et al., 2005). Ao mesmo tempo, durante o período de restrição, com baixo consumo de nutrientes, e por uma questão de sobrevivência, o organismo do animal entende que é preciso diminuir sua atividade e poupar energia e, para isso, ele busca a diminuição do gasto de energia via redução do tamanho dos órgãos.

Além disso, devido à alta demanda de energia ao final da gestação para crescimento do útero gravídico e produção de leite (Gionbelli et al., 2016), matrizes são susceptíveis à mobilização de reservas corporais e a alteração do metabolismo de nutrientes no fígado e nos músculos para suportar essa maior demanda. No caso de matrizes restritas, não haverá reservas suficientes para a produção de leite de qualidade. Além disso, a composição da dieta influi na fermentação do rúmen e os

produtos dessa fermentação não somente fornecem ao animal a energia necessária para o seu metabolismo, como também disponibilizam os principais precursores para a síntese da gordura, proteína e lactose do leite (NRC, 2001). Dessa forma, a nutrição de vacas continua sendo explorada como meio de modificar a produção e composição do leite (Jenkins e McGuire, 2006; NRC, 2001). Essas características da composição do leite podem afetar o desempenho da progênie e a eficiência do sistema (Rodrigues et al., 2014).

Posto isso, a utilização de diferentes OF pode determinar estruturas de pasto distintas e levar a alteração no desempenho (Freitas de Melo et al., 2018; Do Carmo et al., 2018). Estudo realizado por Freitas de Melo et al. (2018) com ovelhas Corriedale sob diferentes OF (14-20 kg vs. 6-10 kg de MS/100 kg de PC), foi observado diferenças no PC e ECC das ovelhas durante a gestação, sendo superior para aquelas alimentadas com alta OF durante a gestação. Além disso, as ovelhas do tratamento com alta OF possuíam úberes mais volumosos e produziam mais leite. Outro estudo, com duas OF durante a gestação (2,9 kg vs. 4,9 kg de MS/kg de PC), observaram que bezerros provenientes do tratamento com maior OF apresentaram maior peso ao desmame (+18 Kg) e maior ganho médio diário (GMD; +0,20 kg/dia) quando comparados aos animais advindos da menor OF (Do Carmo et al., 2018).

Em trabalho desenvolvido por Gutiérrez et al. (2012), a OF (4,0 kg vs. 2,5 kg de MS/kg de PC) não afetou o peso ao nascimento de bezerros, em contrapartida, proles cujas mães foram submetidas à maior OF, durante a gestação, apresentaram melhor *status* nutricional comparadas àquelas em que as mães foram submetidas à menor OF. O aumento na OF de 2,5 para 4,0 kg de MS/kg de PC teve efeito positivo sobre a massa de forragem e o ECC de vacas de corte multíparas durante todo o ciclo de produção do par vaca-bezerro (Casal et al., 2017). Estudo realizado por Claramunt et al. (2019) demonstrou que o manejo da OF durante o ciclo de gestação e lactação das vacas melhorou a taxa de prenhez, a produção de leite e o peso ao desmame dos bezerros. Esses autores associaram esses resultados à maior massa de forragem e ao melhor ECC e estado metabólico das vacas.

Diante do exposto, uma das maneiras seguras de se realizar a otimização da pastagem é por meio da OF, a qual integra informações da massa de forragem e taxa de lotação (Sollenberger et al., 2005). O manejo da OF compõe parâmetros

determinantes das produções primárias e secundária dos sistemas de pastejo (Carvalho et al., 2007), além disso, diferentes OF determinam estruturas e composições morfológicas distintas, os quais estão diretamente relacionados ao consumo e desempenho animal.

### 2.3 Programação fetal

O conceito de programação fetal surgiu com a utilização de dados epidemiológicos humanos. A hipótese era de que estímulos ambientais à gestante, em um período sensível do desenvolvimento fetal, resultariam em alteração no desenvolvimento da prole a longo prazo (Barker et al., 1993). Na produção de ruminantes, as consequências da nutrição materna sobre o crescimento e desenvolvimento fetal têm sido estudadas (Wu et al., 2006; Greenwood et al., 2009; Duarte et al., 2013). Tanto a subnutrição ou superalimentação materna podem influenciar a estrutura, metabolismo e fisiologia da progênie (Greenwood e Cafe, 2007; Duarte et al., 2014; Gionbelli et al., 2017).

Devido a sazonalidade da produção forrageira em climas tropicais, constata-se que a época de baixa quantidade e qualidade de forragem coincide com o terço médio e final da gestação das vacas (Da Silva et al., 2017). Diante disso, vacas de corte gestantes criadas a pasto, geralmente, sofrem restrição nutricional durante os dois últimos terços da gestação (Du et al., 2010; Figura 5).

Resultados de estudos sobre o tipo de nutriente a ser fornecido para a vaca prenhe para que ocorra a programação no crescimento fetal dos bezerros são variáveis. Para Greenwood e Café (2007), a energia disponível para a vaca durante o terço final da gestação parece ter mais influência sobre o peso ao nascimento dos bezerros do que a disponibilidade de proteína. Para Gath et al. (2012), a ingestão de proteína pela vaca gestante, acima de sua demanda diária, não tem efeito sobre o desenvolvimento do embrião. No entanto, a proteína suplementar é necessária para manter o ECC de vacas gestantes alimentadas com pastagens de baixa qualidade (Stalker et al., 2007), e aumentar o PC da vaca (Rodrigues et al. 2020).

De acordo com Gonzalez et al. (2013), a restrição energética durante o início e metade da gestação, em bovinos, modifica a capacidade de troca de glicose com o

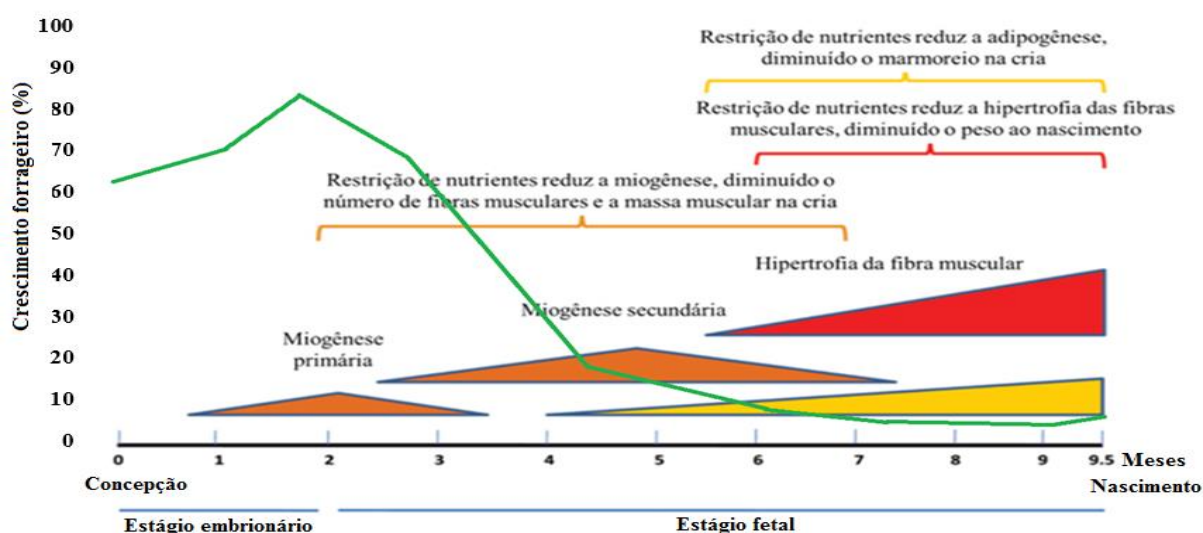
feto. A troca de nutrientes entre mãe e feto é feita pela placenta (Sibley, Glazier e D'Souza, 1997). O metabolismo da placenta varia com as espécies, e se altera em resposta à demanda de nutrientes fetais para o crescimento, com o aumento da idade gestacional (Fowden, 1997; Pere, 2003), e também a desafios homeostáticos que provocam respostas de estresse tanto para a mãe quanto para o feto (Vaughan et al., 2012). A mãe sinaliza mudanças adversas no ambiente, como escassez ou excesso de nutrientes, temperaturas extremas, disponibilidade de oxigênio, bem como mudanças fisiológicas como a disponibilidade de reservas e controle glicêmico (Fowden et al., 2015; Gaccioli et al., 2013; Sferruzzi-Perri e Camm, 2016). Em muitos casos, a sinalização é via hormônios metabólicos, como leptina e insulina (Fowden et al., 2015).

A restrição nutricional da mãe durante a gestação, pode modular fatores de crescimento que impactam no desenvolvimento dos tecidos fetais, e esse efeito é dependente da intensidade em que ocorre a restrição. Em restrição nutricional moderada, esta pode ser compensada com um aumento na capacidade materno-fetal de transporte de glicose *in vivo*, e pode ser explicado, em parte, por um aumento na concentração total de transportadores GLUT (Bell et al., 2002). Essas respostas ajudam a explicar como a transferência de glicose placentária pode permanecer suficiente para sustentar o crescimento fetal normal, apesar da hipoglicemia materna (Bell, Hay e Ehrhardt, 1999). Já durante a desnutrição mais grave, o desenvolvimento de hipoglicemia fetal ajuda a sustentar o gradiente materno-fetal na concentração de glicose, restringindo a transferência reversa de glicose para a placenta e reduzindo o consumo de glicose placentária (Hay, 1995). Sob essas condições mais rigorosas, a gliconeogênese fetal é induzida (Leury et al., 1990), sendo os aminoácidos o principal substrato presumido. A consequência final é a redução da síntese proteica do tecido fetal e a desaceleração do crescimento fetal (Bell e Ehrhardt, 2002).

A subnutrição materna e o crescimento fetal restrito estão associados à redução na eficiência do crescimento e alteração da composição corporal (Wu et al., 2006; Larson et al., 2009; Robinson et al., 2013). O peso ao nascer em bovinos está relacionado ao desempenho pós natal (Robinson et al., 2013; NASEM, 2016), no entanto, a restrição materna de nutrientes pode alterar o crescimento da prole, mesmo na ausência de diferenças no peso ao nascimento (Reynolds e Caton, 2012). Recém-

nascidos com restrição de crescimento não correm apenas o risco de complicações pós-natais imediatas, mas também podem ser "programados" para apresentar baixo crescimento durante toda a sua vida produtiva (Barker et al., 1993). Sabe-se que o *status* nutricional materno é um dos fatores que programam o crescimento e o desenvolvimento do músculo esquelético fetal (Du et al., 2010).

Neste contexto, a nutrição materna adequada fornece os nutrientes necessários para proliferação e formação de fibras musculares (Du et al., 2010), isso porque o músculo esquelético tem menor prioridade na partição de nutrientes em comparação ao cérebro, coração e fígado, sendo o desenvolvimento muscular altamente vulnerável à variação na disponibilidade de nutrientes (Zhu et al., 2006; Long et al., 2009; Du et al., 2010; Du et al., 2015). Assim, restrições no terço inicial e médio da gestação podem comprometer a formação das fibras musculares, diminuindo o número de fibras e a massa muscular no feto e, durante o terço final, a hipertrofia das fibras musculares e a formação dos adipócitos (Figura 5), comprometendo o desenvolvimento corporal pré e pós-natal (Zhu et al., 2006), a vida reprodutiva (Long et al., 2012; Cushman et al., 2014) e a qualidade da carcaça e carne da progênie (Underwood et al., 2010; Summers et al., 2015).



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

Figura 5. Crescimento forrageiro acompanhado da evolução dos tecidos corporais durante a fase pré-natal, sendo dezembro o mês zero da gestação.

Estudos com várias de espécies de mamíferos mostraram que a desnutrição materna durante a gestação pode diminuir significativamente o número de fibras musculares e núcleos de miócitos na prole (Bedo et al., 1982; Wilson et al., 1988; Ward e Stickland, 1991). A restrição de nutrientes em novilhas durante os primeiros dois terços da gestação diminuiu o crescimento fetal e o peso do bezerro ao nascer (Micke et al., 2010). A restrição de nutrientes a 85% de EM em comparação com 140% em vacas multíparas Angus-Simental resultou no aumento da expressão dos genes miogênicos MYOG e MYOD1 na prole de vacas restritas no dia 247 de gestação (Paradis et al., 2017).

Diante disso, embora existam diversos estudos sobre programação fetal na área de bovinos de corte (Marquez et al., 2017; Sotelo et al., 2018; Lopes et al., 2020), ainda não há consenso sobre estratégias de alimentação durante a gestação que garanta 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).

## 2.4 Influência da nutrição materna na progênie

O conceito de programação fetal tem maior relevância quando se observa que um indivíduo passa por mais etapas do seu desenvolvimento na vida uterina do que irá passar após o nascimento (Hess, 2008). Em relatos de espécies humana e animal, a sobrenutrição materna resulta em fenótipos de progênie semelhantes às progênies de fêmeas subnutridas (Ford et al., 2012). Os pesquisadores levantam a hipótese de que o mecanismo envolvendo as semelhanças nos fenótipos é devido, em parte, à redução da vascularidade placentária e dos transportadores de nutrientes, além de alterações nos níveis de somatomedinas (IGF; Long et al., 2009; Long et al., 2010).

A dieta materna controla diretamente o crescimento do feto, fornecendo glicose, aminoácidos, outros nutrientes e metabólitos essenciais a ele (Robinson et al., 1999). No entanto, sabe-se que a associação entre fatores nutricionais do crescimento fetal e desempenho pós-natal ocorre por alterações epigenéticas (Wu et al., 2006), na maior parte advindas de mudanças na estrutura da cromatina através da acetilação de histonas ou metilação do DNA, modulando a expressão gênica (Ji et al., 2017).

Em estudo com níveis crescentes de suplementação proteica (25% PB) para novilhas Nelore, durante o pré e pós parto, Sotelo et al. (2018) constataram que o nível de suplementação aumentou o ganho médio diário pré-parto das vacas, sem afetar o ECC. Marquez et al. (2019) avaliaram vacas Nelore a pasto recebendo suplementação durante o terço inicial e médio (30-180 dias), terço final (181-281) da gestação e grupo não suplementado. Estes autores observaram melhora no equilíbrio energético (níveis reduzidos de AGNE e BHB e aumento dos níveis de glicose), sem alteração na involução uterina, fertilidade pós-parto, EGS pré-parto ou pós-parto nas vacas suplementadas.

Estudo realizado por Rodrigues et al. (2020) avaliou a nutrição materna no desempenho produtivo e reprodutivo de vacas, e observaram que vacas suplementadas tiveram maiores PC e ECC durante a gestação do que vacas não suplementadas. As vacas eram mantidas a pasto, onde metade das vacas eram alimentadas com suplemento mineral-proteico (36% de PB) a partir do 124º dia de gestação até o parto.

Trabalho desenvolvido por Wilson et al. (2016) avaliou novilhos gerados por vacas que consumiram, durante o terço final da gestação, 129% das exigências de PB. Esses autores não observaram efeitos da suplementação no peso ao nascimento, à desmama e ao abate, assim como na condição corporal dos animais ao abate quando comparados aos novilhos nascidos de vacas que consumiram 100% das exigências de PB. Porém, os filhos de vacas alimentadas com 129% da demanda de PB obtiveram, ao abate, maior EGS, grau de acabamento e rendimento de carcaça do que os filhos de vacas alimentadas com 100% das exigências de PB.

Estudo com vacas *Bos taurus*, realizado por Underwood et al. (2010), avaliou-se o desempenho de bezerros nascidos de vacas em pastagens de baixa qualidade (6% PB) ou alta qualidade (11% PB), durante 60 dias. O peso ao desmame e o peso de carcaça ao abate foi menor para bezerros nascidos de vacas consumindo pastagens de baixa qualidade, enquanto a força de cisalhamento (indicador de maciez da carne) foi menor no músculo *longissimus* de bezerros filhos de vacas que consumiram pastagens de alta qualidade. Isso indica que vacas que consumiam forrageira de melhor qualidade, durante terço médio da gestação, produziram

bezerros mais pesados no desmame e ao abate, e com melhor qualidade de carne (mais macia).

Em estudo realizado por Mohrhauser et al. (2015), os novilhos filhos de vacas que receberam 80% de sua demanda de energia, durante o terço médio da gestação, produziram carne mais macia, devido ao teor reduzido de colágeno no músculo *longissimus*, comparados com filhos de vacas nutridas conforme suas demandas. Esses dados demonstram que a nutrição materna pode regular também a expressão de genes relacionados à expressão do colágeno no músculo e, por consequência, influenciar na maciez da carne (Du et al., 2015).

A restrição de nutrientes no terço médio da gestação também pode ter consequências no desenvolvimento do órgão reprodutivo. Vacas taurinas foram alimentadas com 70 ou 100% de suas necessidades de nutrientes do dia 45 ao 185 de gestação (Long et al., 2012). Nesse estudo, o peso ao nascimento e ao desmame não diferiram, porém, bezerras nascidas de vacas que consumiram 70% de suas necessidades apresentaram ovários e corpo lúteo menores. O tecido luteal é crucial para a síntese de progesterona e manutenção da prenhez. Portanto, ovário e corpo lúteo menores podem afetar o desempenho reprodutivo da prole durante a primeira estação de monta. Além disso, novilhas nascidas de vacas suplementadas com PB durante o terço final da gestação atingiram a puberdade antes da primeira estação de monta (Funston et al., 2008) e tiveram maior taxa de prenhez (Martin et al., 2007), quando comparadas com novilhas filhas de vacas não suplementadas. É evidente a existência de efeitos da nutrição da mãe na vida pós-natal das bezerras.

Estudos envolvendo a nutrição de vacas durante a gestação e seu impacto na vida futura do animal e de sua prole em raças taurinas já têm sido realizados (Underwood et al., 2010; Long et al., 2012; Moriel et al., 2016), assim como estudos com vacas Nelore (Duarte et al., 2013; Marquez et al., 2017; Lopes et al., 2020; Rodrigues et al., 2020). No entanto, o que se observa é que quando se compara vacas zebuínas a pasto (sem limitação nutricional) que foram suplementadas durante a gestação com vacas não suplementadas, há pouco efeito da suplementação sobre o peso da progênie. Entretanto, é observado maior efeito metabólico ou na expressão de genes dos animais (Tabela 1).

Tabela 1. Efeito da nutrição materna no desempenho da progênie em Nelore

| Estudo                  | Tratamentos                    | Resultados                                                                                                                |
|-------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Moreira (2016)          | SM pré-parto + SM pós parto    | Não alterou PC e ECC das vacas                                                                                            |
|                         | SM pré-parto + Creep pós parto | Não alterou PC e GMD das progênies até o desmame                                                                          |
|                         | SP pré-parto + SM pós parto    | Alterou o PC das progênies aos 24 meses                                                                                   |
|                         | SP pré-parto + Creep pós parto | Alterou a taxa de prenhez das progênies aos 30 meses                                                                      |
| Marquez et al. (2017)   | SM                             | Não alterou desempenho das progênies                                                                                      |
|                         | SP 30-180 dias                 | Alterou características de carcaça das progênies                                                                          |
|                         | SP 181-281 dias                | Alterou o número de fibras musculares das progênies<br>Alterou a expressão de genes das progênies (FGF2 e PPAR $\alpha$ ) |
| Gionbelli et al. (2018) | SM                             | Não alterou o PC das progênies                                                                                            |
|                         | SP                             | Alterou expressão de genes                                                                                                |
| De Paula et al. (2019)  | SM                             | Alterou PC ao nascimento das progênies                                                                                    |
|                         | SP                             | Não alterou PC ao desmame das progênies<br>Alterou número e diâmetro de fibras musculares das progênies                   |
| Cruz et al. (2019)      | SM                             | Alterou o comprimento do ID das progênies                                                                                 |
|                         | SP                             | Alterou a expressão de genes das progênies                                                                                |
| Rodrigues et al. (2020) | SM                             | Alterou o PC ao nascimento das progênies                                                                                  |
|                         | SP                             | Não alterou o PC ao desmame das progênies                                                                                 |
|                         |                                | Alterou a expressão de genes das progênies                                                                                |
| Lopes et al. (2020)     | SM                             | Não alterou o PC ao nascimento das progênies                                                                              |
|                         | SP                             |                                                                                                                           |
| Ferreira et al. (2020)  | SM                             | Não alterou o PC ao nascimento das progênies                                                                              |
|                         | SP                             |                                                                                                                           |

SM: sal mineral; SP: suplementação proteica; Creep: *creep-feeding*;

Além disso, acredita-se que o gado zebu utilize alimentos de baixa qualidade com mais eficiência do que as raças *Bos taurus* (Turner, 1980), apresentando maior CMS e digestibilidade do que raças europeias sob essas condições (Moore et al., 1975). Diferenças entre vários parâmetros gestacionais também são evidentes entre

bovinos *Bos indicus* e *Bos taurus*. Tanto a literatura, quanto as descobertas recentes, demonstram que os fetos de *Bos indicus* se desenvolvem em taxa mais lenta durante o início (Mercadante et al., 2013) e no meio da gestação (Ferrell, 1991). Durante o final da gestação, os fetos de *Bos indicus* passam por um crescimento compensatório, tendo peso ao nascer semelhante ou até maior do que os de *Bos taurus* (Mercadante et al., 2013).

Estes achados justificam a influência que a nutrição materna durante gestação tem no desempenho da progênie desde a vida uterina até a pós-natal. No entanto, são necessários mais estudos com bovinos Nelore, em condições tropicais, avaliando restrições nutricionais que geralmente acontecem nas fazendas brasileiras e seu impacto na produção de leite da vaca e no desempenho produtivo do par vaca-bezerra até o desmame.

### 3. Referências

Adewuyi AA, Gruys E, Van Erdenburg F (2005) Non esterified fatty acids (NEFA) in dairy cattle: a review. **Veterinary quarterly**. 27:117–126.

Ayres H, Ferreira RM, Torres Junior JRS, Demétrio CGB, Sá Filho MF, Gimenes LU, Penteado L, D'occhio MJ, Baruselli PS (2014) Inferences of body energy reserves on conception rate of suckled Zebu beef cows subjected to timed artificial insemination followed by natural mating. **Theriogenology**. 82:529–536.

Barker DJP, Martyn CN, Osmond C, Hales CN, Fall CHD (1993) Growth in utero and serum cholesterol concentrations in adult life. **BMJ**. 307:1524–1527.

Bauman DE, Currie WB (1980) Partitioning of nutrientes during pregnancy and lactation: A review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. **Journal of Dairy Science**. 63:1514-1529.

Bell AW, Ehrhardt RA (2002) Regulation of placental nutrient transport and implications for fetal growth. **Nutrition research reviews**. 15:211-230.

Bell AW, Hay JW, Ehrhardt RA (1999) Placental transport of nutrients and its implications for fetal growth. **Journal of reproduction and fertility**. 54:401-410.

Bittencourt PCS, Veiga JB (2001) Avaliação de pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em propriedades leiteiras de Ururá, região da Transamazônica, Para, Brasil. **Pasturas Tropicales**. 23:2-9.

Brosh A (2007) Heart rate measurements as an index of energy expenditure and energy balance in ruminants: a review. **Journal of Animal Science**. 85:1213–1227.

Cabral CHA, Bauer MO, Cabral CEA (2011) Influência das características anatômicas e estruturais do dossel forrageiro no consumo de ruminantes. **Enc. Bio**. 07:680-693.

Carvalho PCF, Marçal GK, Ribeiro Filho HMN (2001) Pastagens altas podem limitar o consumo dos animais. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. **Anais...** 265-268.

Carvalho RS (2017) **Influência da alteração do escore de condição corporal e de hormônios metabólicos pós-parto na eficiência reprodutiva de vacas nelore inseminadas em tempo fixo**. 80f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Unesp, Botucatu.

Carvalho PCF, Santos DT, Neves FP (2007) Oferta de forragem como condicionadora da estrutura do pasto e do desempenho animal. In: Simpósio de forrageiras e produção animal: Sustentabilidade produtiva do Bioma Pampa. **Anais...** 23-59.

Casagrande DR, Ruggieri AC, Januszkiewicz ER, Gomide JA, Reis RA, Valente ALS (2010) Características morfogênicas e estruturais do capim-Marandu manejado sob pastejo intermitente com diferentes ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 39:2108-2115.

Casal A, Astessiano A, Espasandin A, Trujillo AI, Soca P, Carriquiry M (2017) Changes in body composition during winter gestation period in mature beef cows grazing different herbage allowance of native pastures. **Animal Production Science**. 3:520-529.

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

Chilibroste P, Mattiauda DA, Bentancur O, Soca P, Meikle A (2012) Effect of herbage allowance on grazing behavior and productive performance of early lactation primiparous Holstein cows. **Animal Feed Science and Technology**. 173:201–209.

Claramunt M, Meikle A, Soca P (2020) Metabolic hormones, grazing behaviour, offspring physical distance and productive response of beef cow grazing at two herbage allowances. **Animal**. 14:1520-1528.

Corah LR, Dunn TG, Kaltenbach CC (1975) Influence of prepartum nutrition on the reproductive performance of beef females and the performance of their progeny. **Journal of Animal Science**. 41:819-824.

Corsi M, Balsalobre MA, Santos PM, Da Silva SC (1994) Bases para o estabelecimento do manejo de pastagens de Braquiária. In: Simpósio de Manejo da Pastagem. **Anais...** 249-266.

Corsi M, Nascimento Júnior D (1994) Princípios de fisiologia e morfologia de plantas forrageiras aplicados no manejo das pastagens. In: Peixoto AM, Moura JC, Faria VP. **Pastagens: Fundamentos da Exploração Racional**. 2ed.

Cruz WFG, Schoonmaker JP, Resende FD, Siqueira GR, Rodrigues LM, Zamudio, GDR, Ladeira MM (2019) Effects of maternal protein supplementation and inclusion of rumen-protected fat in the finishing diet on nutrient digestibility and expression of intestinal genes in Nellore steers. **Journal of Animal Science**. 90:1200-1211.

Cushman RA, McNeel AK, Freetly HC (2014) The impact of cow nutrient status during the second and third trimesters on age at puberty, antral follicle count, and fertility of daughters. **Livestock Science**.

Da Silva SC (2004) Fundamentos para o manejo do pastejo de plantas forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*. **Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem**. 2:347-385.

De Paula RG, Zervoudakis JT, Hatamoto-Zervoudaski LK, Souza MA, De Paula NF, Borges APS, Machado-Neto O, Costa CP (2019) Supplementation of grazing Nellore beef heifers during mid-to-late gestation as a strategy to improve skeletal muscle development of the offspring. **Journal of Animal Science**. 97:Suppl.S3 p.401.

Do Carmo M, Sollemberger 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, 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, Silva LHP, Mezzomo R, Dodson MV, Du M, Busboom JR, Guimarães SEF, Valadares Filho SC (2013) Effects of pregnancy and feeding level on carcass and meat quality traits of Nellore cows. **Meat Science**. 94:139–144.

Duarte MS, Gionbelli MP, Paulino PVR, Serão NVL, Nascimento CS, Botelho ME, Martins TS, Valadares Filho SC, Dodson MV, Guimarães SEF, 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**. 9:3846-3854.

Ferreira MFL et al. (2020) Performance, metabolic and hormonal responses of grazing Nellore cows to an energy-protein supplementation during the pre-partum phase. **BMC Veterinary Research**. 16:108.

Ferrell CL (1991) Maternal and fetal influences on uterine and conceptus development in the cow: Growth of tissues of the gravid uterus. **Journal of Animal Science**. 69:1945-1953.

Flores RS, Euclides VPB, Abrão MPC, Galbeiro S, Difante GS, Barbosa RA (2008) Desempenho animal, produção de forragem e características estruturais dos capins Marandu e Xaraés submetidos a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 37:1355-1365.

Fontes CAA, Oliveira VC, Siqueira JG, Fernandes AM, Sant'ana NF, Melo TV (2008) Eficiência na utilização da energia alimentar para a produção de bezerros em vacas Nelore e mestiças. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 37:1950-1959.

Forbes JM (2007) Voluntary food intake and diet selection in farm animals. **CABI Publishing**. 2ed.

Ford SP, Hess BW, Schwoppe MM, Nijland MJ, Gilbert JS, Vonnahme KA, Means WJ, Han H, Nathanielsz PW (2007) Maternal undernutrition during early to mid gestation in the ewe results in altered growth, adiposity, and glucose tolerance in male offspring. **Journal of Animal Science**. 85:1285–1294.

Ford SP, Long NM (2012) Evidence for similar changes in offspring phenotype following either maternal undernutrition or overnutrition: potential impact on fetal epigenetic mechanisms. **Reproduction, Fertility and Development**. 24:105–11.

Fowden AL (1997) Comparative aspects of fetal carbohydrate metabolism. **Equine Veterinary Journal Supplement**. 24:19-25.

Fowden AL, Forhead AJ, Sferruzzi-Perri AN, Burton GJ, Vaughan OR (2015) Endocrine regulation of placental phenotype. **Placenta**, 36 (Suppl 1). S50–S59.

Freitas de Melo A, Terrazas A, Ungerfeld R, Hötzel MJ, Orihuela A, Pérez Clariget R (2017) Influence of low pasture allowance during pregnancy on the attachment between ewes and their lambs at birth and during lactation. **Applied Animal Behaviour Science**. 168:31-36.

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 (13 Suppl):E205-15.

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.

Funston RN, Martin JL, Adams DC, Larson EDM (2008) Effects of winter grazing system and supplementation during late gestation on performance of beef cows and progeny. **Proceedings**. 59:102-105.

Gaccioli F, Lager S, Powell TL, Jansson T (2013) Placental transport in response to altered maternal nutrition. **Journal of Developmental Origins of Health and Disease**. 4:101-115.

Gath, VP, Crowe MA, O'Callaghan D, Boland MP, Duffy P, Lonergan P, Mulligan FJ (2012) Effects of diet type on establishment of pregnancy and embryo development in beef heifers. **Animal Reproduction Science**. 3:134-145.

Gionbelli MP (2013) **Nutrient requirements and quantitative aspects of growth, development and digestion of pregnant and non-pregnant nellore cows**. 215f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – UFV, Viçosa.

Gionbelli MP, Duarte MS, Valadares Filho SC, Detmann E, Chizzotti ML, Rodrigues FC, Zanetti D, Gionbelli TRS, Machado MG (2015) Achieving body weight adjustments for feeding status and pregnant or non-pregnant condition in beef cows. **Plos One**. 10:1–19.

Gionbelli MP, Lopes R, Trece A, Teixeira P, Duarte MS, Sampaio, C (2018) Protein supplementation in late gestation affects maternal skeletal muscle gene expression and plasma circulating amino acids. **Journal of Animal Science**. 96:Suppl.S3 p.231.

Gionbelli MP, Valadares Filho SC, Duarte MS (2016) Exigências nutricionais para vacas de corte vazias e gestantes. In: Valadares Filho SC. **Nutrient Requirements of Zebu and Crossbred Cattle – BR CORTE**. 3d.

Gionbelli TRS, Veloso CM, Rotta PP, Valadares Filho SC, Carvalho BC, Marcondes MI, Cunha CS, Novaes MAS, Prezotto LD, Duarte MS, 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.

Gontijo Neto MM, Euclides VPB, Nascimento Jr D, Miranda LF, Fonseca DM, Oliveira MP (2006) Consumo e tempo diário de pastejo por novilhos Nelore em pastagens de capim-Tanzânia sob diferentes ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 35:60-66.

Gonzalez JM, Camacho LE, Ebarb SM, Swanson KC, Vonnahme KA, Stelzleni AM, Johnson SE (2013) Realimentation of nutrient restricted pregnant beef cows supports compensatory fetal muscle growth. **Journal of Animal Science**. 91:4797–4806.

Greenwood PL, Cafe LM (2007) Prenatal and pre-weaning growth and nutrition of cattle: long-term consequences for beef production. **Animal**. 1:1283–1296.

Greenwood PL, Cafe LM, Hearnshaw H, Hennessy DW, Morris SG (2009) Consequences of prenatal and preweaning growth for yield of beef primal cuts from 30-month-old Piedmontese and Wagyu-sired steers. **Animal Production Science**. 49:468–478.

Greenwood PL, Thompson AM, Ford SP (2010) Postnatal consequences of the maternal environment and of growth during prenatal life for productivity of ruminants. In: Greenwood PL, Bell AW, Vercoe PE, Viljoen GJ. **Managing the prenatal environment to enhance livestock productivity**. 3–36.

Gutiérrez V, Espasandin AC, Astessiano AL, Casal A, López-Mazz C, Carriquiry M (2012) Calf foetal and early life nutrition on grazing conditions: metabolic and endocrine profiles and body composition during the growing phase. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**. 97:720–731.

Hammond J (1947) Animal breeding in relation to nutrition and environmental conditions. **Biological Reviews**. 22:195-213.

Hay WW Jr (1995) Regulation of placental metabolism by glucose supply. **Reproduction, Fertility and Development**. 7:365-375.

Hess BW, Butler WR (2008) Impacto da nutrição maternal no desempenho do bezerro. In: Curso Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos, 12.

Hodgson J (1990) Grazing management: science into practice. **Longman Scientific e Technical**. 203p.

Jenkins TC, McGuire MA (2006) Major advances in nutrition: Impact on milk composition. **Journal of Dairy Science**. 89:1302–1310.

Ji Y, Wu Z, Dai Z, Wang X, Li J, Wang B, Wu G (2017) Fetal and neonatal programming of postnatal growth and feed efficiency in swine. **Journal of Animal Science and Biotechnology**. 8:42.

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.

Lemos BJM, Souza FM, Moreira KKG, Guimarães TP, Pereira MLR, Ferreira SF, Silva RM (2012) Suplementação de bovinos de corte em pastejo. **PUBVET**. 6:1457.

Leury BJ, Bird AR, Chandler KD, Bell AW (1990) Glucose partitioning in the pregnant ewe: effects of undernutrition and exercise. **British Journal of Nutrition**. 64:449-462.

Long NM, Prado-Cooper MJ, Krehbiel CR, Wettemann RP (2010) Effects of nutrient restriction of bovine dams during early gestation on postnatal growth and regulation of plasma glucose. **Journal of Animal Science**. 88:3262-3268.

Long NM, Tousley CB, Underwood KR, Paisley SI, Means WJ, Hess BW, Du M, Ford SP (2012) Effects of early- to mid-gestational undernutrition with or without protein supplementation on offspring growth, carcass characteristics, and adipocyte size in beef cattle. **Journal of Animal Science**. 90:197-206.

Long NM, Vonnahme KA, Hess BW, Nathanielsz PW, Ford SP (2009) Effects of early gestational undernutrition on fetal growth, organ development, and placentomal composition in the bovine. **Journal of Animal Science**. 87:1950–1959.

Lopes RC, Sampaio CB, Trece AS, Teixeira PD, Gionbelli TRS, Santos LR, Costa TC, Duarte MS, 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.

Marquez DC, Paulino MF, et al. (2017) Supplementation of grazing beef cows during gestation as a strategy to improve skeletal muscle development of the offspring **Animal**. 11:2184-2192.

Martin JL, Vonnahme KA, Adams DC, Lardy GP, Funston RN (2007) Effects of dam nutrition on growth and reproductive performance of heifer calves. **Journal of Animal Science**. 85:841–847.

Mercadante P, Waters KM, Mercadante VRG, Lamb GC, Elzo M, Johnson SE, Era DO, Yelich JV, Ealy A (2013) Subspecies differences in early fetal development and plasma pregnancy-associated glycoprotein concentrations in cattle. **Journal of Animal Science**. 91:3693-3701.

Meschia G (1980) Utilization of substrates by the ovine placenta in vivo. **Federation Proceedings**. 39:245-249.

Mezzalira JC, Carvalho PCF, Trindade JK, Bremm C, Fonseca L, Amaral MR, Reffatti MV (2012) Produção animal e vegetal em pastagem nativa manejada sob diferentes ofertas de forragem por bovinos. *Ciência Rural*. 42:1264-1270.

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.

Mohrhauser DA, Taylor AR, Gonda MG, Underwood KR, Pritchard RH, WertzLutz AE, Blair AD (2015) The influence of maternal energy status during midgestation on beef offspring tenderness, muscle characteristics, and gene expression. **Meat Science**. 110:201-211.

Moisés SJ, Shike DW, Shoup L, Rodriguez-Zas SL, Looor 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 (7): e0131478.

Moore RL, Essing HW, Smithson LJ (1975) Influence of breeds of beef cattle on ration utilization. **Journal of Animal Science**. 41:203-207.

Moreira EM (2016) **Efeito da suplementação proteica no terço final da gestação de vacas Nelore associada a suplementação das crias em creep-feeding e o subsequente desempenho produtivo e reprodutivo das bezerras e/ou novilhas**. 62f. Tese (Doutorado em Ciências) – USP, Pirassununga.

Moriel P, Artioli LFA, Piccolo MB, Marques RS, Poore MH, Cooke RF (2016) Frequency of wet brewers grains supplementation during late gestation of beef cows and its effects on offspring postnatal growth and immunity. **Journal of Animal Science**. 94:2553–2563.

Mott GO (1960) Grazing pressure and the measurement of pasture production. In: **International Grassland Congress, 8**. Proceedings. 606-611.

Nepomuceno DD, Pires AV, Ferraz Junior MVC, Biehl MV, Gonçalves JRS, Moreira EM, Day ML (2017) Effect of pre-partum dam supplementation, creep-feeding and post-weaning feedlot on age at puberty in Nellore heifers. **Livestock Science**. 195:58-62.

NRC - National Research Council. Nutrient requirements of dairy cattle 7.ed. National Academic Press. Washington, D.C., 2001.

NRC - National Research Council. Nutrients requirements of beef cattle. 7.ed. National Academic Press. Washington, D.C., 234p, 2000.

Paulino MF, Figueiredo DD, Moraes EHBK, Porto MO, Sales MFS, Acedo TS, Villela SDJ, Valadares Filho SDC (2004) Suplementação de bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. **Simpósio de produção de gado de corte**. 4:93-144.

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

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.

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 JJ, McDonald I, Fraser C, Mchattie I (1977) Studies on reproduction in prolific ewes. I. Growth of the products of conception. **Journal of Agricultural Science**. 88:539- 552.

Rodrigues LM, Schoonmaker JP, Resende FD, Siqueira GR, Machado Neto OR, Gionbelli MP, Gionbelli TRS, Ladeira MM (2020) Effects of protein supplementation on Nellore cows' reproductive performance, growth, myogenesis, lipogenesis and intestine development of the progeny. **Journal of Animal Science**. 95:172-172.

Rodrigues PF, Menezes LM, Azambuja RCC, Suñé RW, Silveira IDB, 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.

Santos EDG, Paulino MF, Queiroz DS, Valadares Filho SC, Fonseca DM, Lana RP (2004) Avaliação de pastagem diferida de *Brachiaria decumbens*: Características químico-bromatológicas da forragem durante a seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 33:203-213.

Santos PM, Corrêa LA (2009) Manejo de pastagens tropicais. **Documento 46, Embrapa Pecuária Sudeste**. 28 p.

Sarmiento DOL (2003) **Comportamento ingestivo de bovinos em pastos de capim Marandu a regimes de lotação contínua**. 89f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - ESALQ/USP, Piracicaba.

Sferruzzi-Perri AN, Camm EJ (2016) The programming power of the placenta. **Frontiers in Physiology**. 7:33.

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

Soares AB, Carvalho PCF, Garcia E, Boldrini II, Pontes LS, Velleda GL, Freitas MR, Freitas TMS (2003) Herbage allowance and species diversity on native pasture. **African Journal of Range and Forage Science**. 20:134.

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

Sotelo D, Paulino MF, Rennó LN, Detmann E, Ortega RM, Marquez DC, Martins LS, Almeida DM, Lima JAC, Moura FH (2018) Performance and metabolic status of grazing beef heifers receiving increasing protein supplementation pre and postpartum. **Animal Production Science**.

Stalker LA, Ciminski LA, Adams DC, Klopfenstein TJ, Clark RT (2007) Effects of weaning date and prepartum protein supplementation on cow performance and calf growth. **Rangeland Ecology and Management**. 60:578–587.

Summers A, Funston RN (2013) Fetal Programming: Implications for Beef Cattle Production. **Proceedings...The Range Beef Cow Symposium XXII**. 48:34–40.

The Forage and Grazing Terminology Committee (1992) Terminology for grazing lands and grazing animals. **Journal of Productive Agriculture**. 5:191-201.

Turner JW (1980) Genetic and biological aspects of Zebu adaptability. **Journal of Animal Science**. 50:1201–1205.

Underwood KR, Tong JF, Price PL, Roberts AJ, Grings EE, Hess BW, Means WJ, 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.

Vaughan OR, Sferruzzi-Perri AN, Coan PM, Fowden AL (2012) Environmental regulation of placental phenotype: Implications for fetal growth. **Reproduction Fertility and Development**. 24:80-96.

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.

Webster, AJF (1979) Energy metabolism and requirements. In: Curch DC. **Digestive physiology and nutrition of ruminants**. 2ed.

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**. 94:2035-2046.

Wu G, Bazer FW, Wallace JM, Spencer TE (2006) Intrauterine growth retardation: Implications for the animal sciences. **Journal of Animal Science**. 84:2316-2337.

Zhu MJ, Ford SP, Means WJ, Hess BW, Nathanielsz PW, Du, M (2006) Maternal nutrient restriction affects properties of skeletal muscle in offspring. **Journal of Physiology**. 575:241–250.

## **CAPÍTULO 2 – A restrição nutricional, da metade ao final da gestação, afeta negativamente o desempenho do par vaca/bezerra até o desmame**

**RESUMO** – Objetivou-se avaliar o impacto da restrição nutricional de vacas de corte gestantes de fêmeas, submetidas a diferentes ofertas de forragem da metade ao final da gestação, na produção de leite e no desempenho do par vaca/bezerra durante o estágio gestacional e de aleitamento. O experimento foi dividido em duas fases: fase gestacional (d -150 ao d 0) e fase de aleitamento (d 0 ao d 240). Foram utilizadas quarenta e duas vacas multíparas Nelore prenhas de fêmeas com peso corporal (PC) médio de  $425 \pm 36$  kg e escore de condição corporal (ECC) médio de  $3,67 \pm 0,23$ . As vacas foram mantidas em uma área composta por 12 piquetes de 7,5 hectares (ha) cada, de *Urochloa brizantha* cv. Marandu. Os tratamentos tiveram início após 145 dias de gestação e consistiam em duas ofertas de forragens (OF) distintas durante a gestação: baixa oferta de forragem (BOF; 2,80 kg de MS/kg de PC) e alta oferta de forragem (AOF; 7,60 kg de MS/kg de PC) em que ambos receberam suplementação proteica na quantidade de 1 g/kg de PC. Na fase de aleitamento, todos os animais permaneceram nas mesmas condições de pastagem e suplementação (sal mineral *ad libitum*) até o desmame (d 240). O delineamento utilizado foi em blocos inteiramente casualizados, sendo a unidade experimental o piquete, com seis repetições por tratamento. As características do dossel forrageiro foram avaliadas a cada 35 dias na fase gestacional e a cada 40 dias na fase de aleitamento. Para a avaliação do desempenho das vacas foram realizadas pesagem dos animais, ultrassonografia de carcaça e avaliado o ECC. Após 42 dias do parto, foi realizada a estação de monta e calculada a taxa de prenhez das vacas. Características de produção e composição do leite das vacas foram analisadas aos 30, 120 e 210 dias pós parto. Nas progênies foram realizadas pesagens ao nascimento, 120 dias e ao desmame, onde foi realizado a ultrassonografia de carcaça das bezerras. Os dados foram analisados utilizando-se o SAS e, para todas as comparações, o nível de 0,05 foi estabelecido como nível crítico de probabilidade para erro do tipo I. Foram observadas alterações nas características qualitativas e quantitativas da forrageira, em função da OF e do período ( $P < 0,01$ ), o que determinou estruturas e composições morfológicas distintas e, por isso, promoveu alterações no desempenho. Vacas submetidas a BOF apresentaram queda até o parto e depois manutenção e/ou recuperação do desempenho durante a fase de aleitamento, já os animais da AOF apresentaram melhor desempenho até o parto e depois redução no pós parto. A taxa de prenhez das vacas na estação subsequente foi semelhante entre os grupos ( $P = 0,22$ ). A produção de leite corrigida para 4% de gordura e os teores de gordura e sólidos totais do leite foram alterados em função da oferta de forragem ( $P < 0,04$ ). Bezerras filhas de vacas mantidas em AOF na gestação foram 11kg mais pesadas aos 120 dias ( $P = 0,02$ ) e 8,5% superiores ( $P = 0,03$ ) na medida da AOL (cm<sup>2</sup>) ao desmame, comparadas a bezerras filhas de vacas da BOF. Vacas mantidas em BOF durante a gestação possivelmente sofreram restrição nutricional, o que provocou alterações na produção e composição do leite durante a lactação, comprometendo o desempenho da progênie até o desmame.

**Palavras-chave:** bezerras. Nelore. oferta de forragem. produção de leite. vacas de corte.

## Nutritional restriction, from mid to late pregnancy, affects negatively the performance of the cow/heifer pair from birth to weaning

**ABSTRACT** – The objective of this study was to evaluate the impact of the nutrient restriction of female pregnant beef cows, submitted to different forage allowances from mid to late pregnancy, on milk yield and the performance of the cow-calf pair during the gestational and lactation phases. The experiment was divided into two phases: gestational (d -150 to d 0) and lactation (d 0 to d 240). Forty two multiparous Nellore cows pregnant with females were used, with an average body weight (BW) of  $425 \pm 36$  kg and an average body condition score (BCS) of  $3.67 \pm 0.23$ . The cows were kept in an area with 12 paddocks of 7,5 hectares (ha) each, with *Urochloa brizantha* cv. Marandu. The treatments were set after 145 days of gestation and consisted of two different forage allowances (FA) during pregnancy: low forage allowance (LFA; 2.80 kg DM / kg BW) and high forage allowance (HFA; 7.60 kg DM / kg BW). Both treatments received protein supplementation in the level of 1 g / kg BW. In the lactation phase, all animals remained in the same conditions of pasture and supplementation (mineral salt *ad libitum*) until the progeny weaning (d 240). The design used was the completely randomized blocks, and the experimental units were the paddocks, with six replicates per treatment. The qualitative and quantitative characteristics of the forage canopy were evaluated every 35 days in the gestational phase and every 40 days in the lactation phase. For performance evaluation, it was performed animals weighing, carcass ultrasound and the ECC was evaluated. After 42 days from calving, the breeding season was performed, and the pregnancy rate of the cows was evaluated. Milk production and composition characteristics were analyzed at 30, 120 and 210 days postpartum. In progenies, BW was measured at birth, 120 days and at weaning, when the carcass ultrasound was performed on the heifers. All data were analyzed using the SAS and, for all comparisons, the level of 0.05 was established as a critical level of probability for type I error. Changes in the qualitative and quantitative characteristics of the forage were observed, due to the FA and period ( $P < 0.01$ ), which determined distinct structures and morfological compositions and, therefore, changes in performance. Cows receiving LFA have a reduced performance until birth and then maintained and/or recovered performance during the lactation phase, while HFA animals showed better performance until birth and then it decreased postpartum. The pregnancy rate of cows in the subsequent season was similar between groups ( $P = 0.22$ ). Milk production corrected to 4% fat and the levels of fat and total solids were differ due to the forage allowances ( $P < 0.04$ ). Progeny from cows kept on HFA during pregnancy phase were 11 kg heavier ( $P = 0.02$ ) at 120 days and 8.5% higher ( $P = 0.03$ ) in the measure of ULMA (cm<sup>2</sup>) at weaning, compared to the progeny from cows from LFA treatment. Cows kept on LFA during the gestational phase possibly suffered nutritional restriction, which may have caused changes in the milk composition during lactation, compromising the performance of the progeny until weaning.

**Keywords:** beef cows. female calves. forage allowance. milk yield. Nellore.

## Introdução

A maior parte do rebanho de bovinos de corte no Brasil é criado em sistema extensivo, sendo o pasto a principal fonte de alimento (Millen e Arrigoni, 2013). A sazonalidade na produção de forragem, durante o ano, promove episódios de oscilações na qualidade do pasto, tanto no teor de proteína bruta como na fibra indigestível, assim como na quantidade de matéria seca 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., 2004). Portanto, há grande chance das matrizes, alimentadas exclusivamente com pasto, serem submetidas à restrição nutricional durante a gestação, uma vez que o sistema de produção brasileiro concentra o nascimento dos bezerras para o final da estação seca e início da estação chuvosa (Lemos et al., 2012).

Estudos avaliando raças taurinas em relação à nutrição materna durante a gestação e seu impacto na progênie têm sido realizados (Underwood et al., 2010; Greenwood et al., 2009), assim como estudos com vacas Nelore em condições tropicais (Lopes et al., 2020; Rodrigues et al., 2020). O que tem se observado é que quando se compara vacas zebuínas a pasto (sem limitação nutricional) que foram suplementadas durante a gestação com vacas não suplementadas, não há efeito da suplementação sobre o peso da mãe e da progênie. Entretanto, é observado efeito metabólico ou na expressão de genes dos animais.

Diante disso, surge a necessidade de estudos que busquem avaliar a restrição nutricional que acontece nas fazendas brasileiras durante o terço médio e final da gestação e seu impacto no par vaca-bezerra. Nesse contexto, a oferta de forragem, definida como kg de MS/kg de PC (Sollenberger et al., 2005), desempenha um papel importante na determinação do consumo de MS e desempenho produtivo (Chilibroste et al., 2012), podendo então, as alterações na oferta de forragem permitir entender os efeitos da restrição nutricional durante a gestação e seus impactos na progênie.

Posto isso, o objetivo desse estudo é avaliar o impacto da restrição nutricional de vacas de corte prenhas de fêmeas, submetidas a diferentes ofertas de forragem da metade ao final da gestação, na produção de leite da matriz e no desempenho do par vaca/bezerra durante o estágio gestacional e de aleitamento. Hipotetiza-se que

proles, cujas mães foram submetidas à baixa oferta de forragem, apresentarão menor desempenho na fase de aleitamento em relação àquelas que receberam alta oferta de forragem.

## **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) com número de protocolo 0004/2020.

### *Localização e Clima*

O experimento foi conduzido na unidade de pesquisa da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Polo Regional Alta Mogiana, no município de Colina – SP, Brasil. O clima da região é do tipo AW (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 inferior a 19°C (Tabela 2). O solo é classificado como latossolo vermelho-escuro, fase arenosa, com topografia quase plana e de boa drenagem (EMBRAPA, 1999).

Tabela 2. Dados climáticos durante as fases do experimento

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

<sup>1</sup>Fase gestacional; <sup>2</sup>Fase de aleitamento; Tmax = temperatura máxima; Tmin = temperatura mínima.

Dados: Estação meteorológica da APTA – Colina.

#### *Caracterização da área, animais, período e delineamento experimental*

A área experimental é composta pela forrageira *Urochloa brizantha* cv. Marandu, constituída de 12 piquetes (7,5 ha cada), totalizando 90 ha. Todos os piquetes possuem bebedouros e cochos para suplementação.

Foram utilizadas 42 vacas multíparas e paridas com bezerro ao pé, peso corporal (PC) inicial de  $425 \pm 36$  kg, idade entre 3 a 6 anos e escore de condição corporal (ECC) inicial médio de  $3,67 \pm 0,23$ . O período experimental foi dividido em 2 fases: Fase gestacional (06/2019 a 11/2019 – 150 dias) e fase de aleitamento (11/2019 a 07/2020 – 240 dias; Figura 6).

O delineamento utilizado foi em blocos inteiramente casualizados, sendo a unidade experimental o piquete, com cinco animais cada um. O PC inicial dos animais foi utilizado como critério de blocagem.

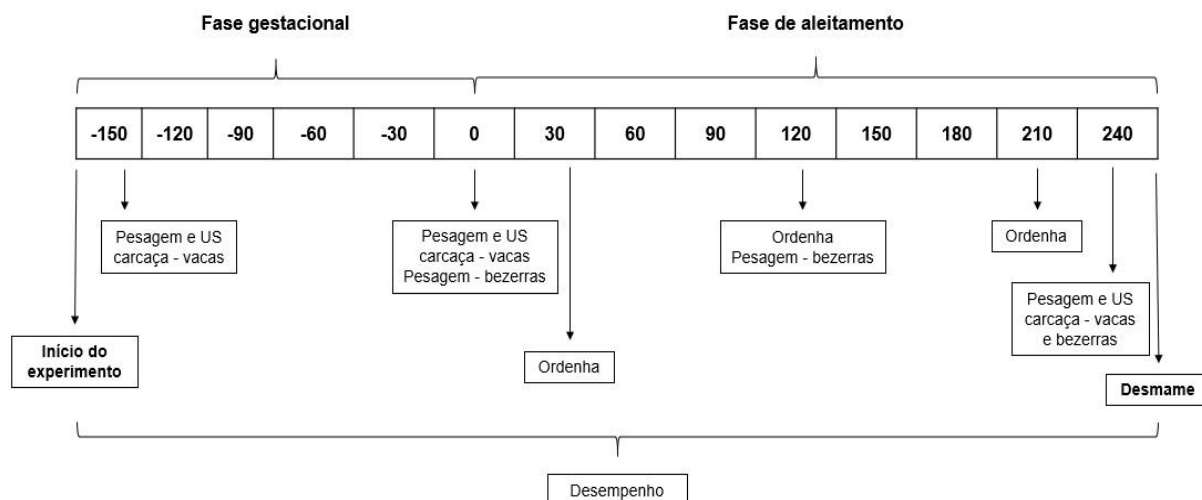


Figura 6. Representação esquemática das mensurações ao longo dos 390 dias (d) experimentais (d -150 a d 240), relacionados aos procedimentos durante a fase gestacional e de aleitamento. O d 0 se inicia no momento do parto.

#### *Fase gestacional*

Esta fase iniciou com a estação de monta que ocorreu entre os dias 14 de janeiro e 08 de março de 2019. As vacas foram submetidas a duas inseminações artificiais em tempo fixo (IATFs), com 41 dias de diferença entre elas. Foi utilizado sêmen de 3 diferentes touros da raça Nelore. Após 30 dias de cada IATF foi realizado o diagnóstico de gestação (DG) e, após 60 dias, a sexagem dos animais, ambos utilizando ultrassom (ALOKA SSD 500 com transdutor de 7,5 MHZ).

Após sexagem, 42 vacas prenhas de fêmeas foram bloqueadas por PC e distribuídas aleatoriamente a 1 de 2 tratamentos: 1) baixa oferta de forragem (OF) (3,2 unidade animal – UA/ha; 2,80 kg de matéria seca - MS/kg de PC) e 2) alta OF (1,6 UA/ha; 7,60 kg de MS/kg de PC). As diferentes OF foram adotadas para que, a partir dos 142 dias de gestação, ocorresse restrição nutricional para as vacas submetidas à baixa OF (perda de ECC) e manutenção de ECC para as vacas submetidas à alta OF. Para ser possível as diferentes OF utilizou-se de animais reguladores da mesma categoria.

Inicialmente, haviam 60 animais experimentais. Em virtude de erros da sexagem (23%), três abortos (5%) e uma morte acidental (2%), restaram 42 animais (70%). Destes, 39 eram provenientes da primeira IATF e 3 da segunda IATF.

### *Fase de aleitamento*

Após o nascimento, todas as bezerras foram pesadas, identificadas e vermifugadas com 0,02 mL/kg PC de Doramectin (Dectomax® injetável, Zoetis) para parasitas internos e externos. Os pares vaca-bezerra foram transferidos para área com pastagem de *Urochloa brizantha* cv Marandu, onde todos os animais permaneceram nas mesmas condições de pastagem até o desmame (Tabela 3).

Tabela 3. Características quantitativas e composição química do pasto durante a fase de aleitamento.

| Item                                 | Média | Desvio padrão |
|--------------------------------------|-------|---------------|
| <i>Características quantitativas</i> |       |               |
| Altura da forragem, cm               | 36,0  | 7,17          |
| Massa de forragem, kg MS/ha          | 7332  | 1081          |
| Massa verde total, kg MVS/ha         | 3133  | 1170          |
| Massa de folha verde, kg FV/ha       | 1436  | 1126          |
| Densidade, kg MS/m <sup>3</sup>      | 2,18  | 0,24          |
| Folha verde, %                       | 20,0  | 14,8          |
| Colmo verde, %                       | 23,8  | 8,19          |
| Folha senescente, %                  | 23,3  | 8,42          |
| Colmo senescente, %                  | 33,2  | 10,4          |
| Relação folha: colmo                 | 1,17  | 1,49          |
| <i>Composição química</i>            |       |               |
| Matéria seca, g/kg MN                | 461   | 170           |
| Matéria mineral, g/kg MS             | 66,3  | 5,10          |
| Matéria orgânica, g/kg MS            | 933   | 5,10          |
| Proteína bruta, g/kg MS              | 65,7  | 19,4          |
| Fibra em detergente neutro, g/kg MS  | 673   | 47,5          |
| Fibra em detergente ácido, g/kg MS   | 322   | 30,8          |
| Lignina, g/kg MS                     | 35,5  | 15,2          |

MS: matéria seca; MVS: matéria verde seca; FV: folha verde; MN: matéria natural.

### *Método de pastejo e avaliação quantitativa do pasto*

Na fase gestacional o pasto foi manejado em função dos tratamentos, como descrito anteriormente; para isso, foram utilizadas diferentes taxas de lotação, proporcionando menor e maior OF. Na fase de aleitamento, todos os animais foram mantidos na mesma condição de pasto.

A cada período experimental (35 dias na fase de gestação e 40 dias na fase de aleitamento) foram realizadas avaliações do pasto quanto aos aspectos quantitativos, composição morfológica e valor nutricional. As avaliações quantitativas do pasto foram realizadas utilizando-se o método da dupla amostragem (Sollenberger e Cherney, 1995). Para determinação da massa de forragem de cada piquete, esta era associada às 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  $\pm 2$  desvios padrões). Uma amostra de forragem de 0,25 m<sup>2</sup> 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 (Equação 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:

Equação 1: 
$$MF = a + b \times h ,$$

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

Para avaliação dos componentes morfológicos e estruturais do dossel forrageiro, foram coletadas amostras na altura média de cada piquete, sendo dividida em quatro frações: colmo verde, folha verde, colmo senescente e folha senescente. Para estimar o valor nutricional do pasto, foi realizado pastejo simulado através da coleta do extrato pastejável pelo método *hand-plucking* (De Vries, 1995). Posteriormente, as amostras foram parcialmente secas a 55°C, em estufa de ventilação forçada por 72 horas e, em seguida, moídas em moinho de facas, utilizando-se peneira de 1 mm e 2 mm para posteriores análises.

#### *Manejo alimentar*

Durante a gestação, todos os animais receberam suplemento proteico (1 g/kg de PC por animal/dia), sendo suplementados diariamente. Para ajuste da quantidade

de suplemento, os animais eram pesados sem jejum prévio a cada 35 dias. Na fase de aleitamento, todos os animais receberam sal mineral *ad libitum*. Os suplementos estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4. Consumo e composição química dos suplementos fornecidos durante a fase gestacional e de aleitamento para vacas Nelore.

| Item                                   | Fase gestacional | Fase de aleitamento |
|----------------------------------------|------------------|---------------------|
| Suplemento                             | Proteico         | Mineral             |
| Matéria seca, g/kg MN                  | 920              | -                   |
| Proteína bruta, g/kg MS                | 500              | -                   |
| Nutrientes digestíveis totais, g/kg MS | 360              | -                   |
| Núcleo mineral*, g/kg MS               | 660 <sup>1</sup> | 1000 <sup>2</sup>   |
| Consumo, g/kg PC                       | 1,00             | <i>ad libitum</i>   |

PC: peso corporal; MS: matéria seca; MN: matéria natural; <sup>1</sup>Cálcio (máximo): 50 g/kg, (mínimo): 35 g/kg; Fósforo (mínimo): 20 g/kg; Sódio (mínimo): 80 g/kg; Enxofre (mínimo): 15 g/kg; Magnésio (mínimo): 5000 mg/kg; Cobalto (mínimo): 45 mg/kg; Cobre (mínimo): 400 mg/kg; Iodo (mínimo): 25 mg/kg; Manganês (mínimo): 260 mg/kg; Selênio (mínimo): 9 mg/kg; Zinco (mínimo): 1700 mg/kg; Flúor (máximo): 200 mg/kg; <sup>2</sup>Cálcio (máximo): 185 g/kg, (mínimo): 160 g/kg; Fósforo (mínimo): 80 g/kg; Sódio (mínimo): 107 g/kg; Enxofre (mínimo): 12 g/kg; Magnésio (mínimo): 5000 mg/kg; Cobalto (mínimo): 107 mg/kg; Cobre (mínimo): 1300 mg/kg; Iodo (mínimo): 70 mg/kg; Manganês (mínimo): 1000 mg/kg; Selênio (mínimo): 18 mg/kg; Zinco (mínimo): 4000 mg/kg; Flúor (máximo): 800 mg/kg. \*Dados fornecidos pelo fabricante (Matsuda®).

### Desempenho e ECC

As vacas foram pesadas no início do experimento, ao parto e no desmame (d - 150, d 0 e d 240; Figura 6). As pesagens ocorreram com jejum prévio (sólidos e líquidos) de 16 horas. Da mesma forma, na fase de aleitamento, as bezerras foram pesadas ao nascimento, 120 dias e no desmame (Figura 6), sendo realizadas às 7h00. Estas pesagens foram utilizadas para monitoramento das vacas e cálculos de ganho em peso da progênie.

O ECC das vacas foi avaliado ao início do experimento, a cada 35 dias até o parto e no desmame. Foi utilizada a escala de 1 a 5, com incremento de nota de 0,25; sendo 1 = emaciada e 5 = obesa (Ayres et al., 2014). A pontuação final foi obtida de forma independente, por meio de média de dois avaliadores, devidamente treinados.

O ganho médio diário (GMD) em jejum das vacas e bezerras foi determinado pela diferença entre o PC final e o PC inicial, dividido pelo total de dias de cada fase. Durante a fase gestacional também foram calculados os ganhos das vacas em função da gestação e de tecidos maternos, segundo modelo matemático proposto por

Gionbelli et al. (2015). O conceito de componentes da gestação representa o peso que está genuinamente relacionado à gestação, que inclui o útero gravídico menos o útero não gravídico mais o acréscimo do úbere relacionada à gestação. Os tecidos maternos representam os ganhos em tecido magro, gorduroso e vísceras da matriz.

#### *Ultrassonografia de carcaça*

A ultrassonografia de carcaça foi feita em todas as vacas experimentais, no início do experimento, ao parto e no desmame (Figura 6), e nas bezerras foi realizada uma única avaliação ao desmame (Figura 6). Foi realizada por técnico habilitado utilizando ultrassom (Aloka SSD 500 V, sonda de 17 cm 3,5 MHz, UST-5049-3.5). As mensurações foram: área de olho de lombo (AOL; cm<sup>2</sup> e cm<sup>2</sup>/100 kg de PC), espessura de gordura subcutânea (EGS; mm), espessura de gordura na picanha (mm), grau de marmoreio (escore de 1 a 10) e ratio (relação entre largura e comprimento do músculo *longissimus*). As imagens foram tomadas entre as 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas, transversal ao músculo *longissimus*, de modo que a EGS fosse medida no terço médio distal da AOL, assim como na altura da garupa (P8). Todas as medidas foram realizadas após limpeza da pele e com uso de óleo vegetal como acoplante acústico.

#### *Manejo reprodutivo*

O protocolo de sincronização para IATF iniciou 42 dias após o nascimento da última bezerra proveniente da primeira IATF. As vacas receberam dispositivo intravaginal contendo 1,9 mg de P4 (D0; CIDR®, Zoetis) e injeção intramuscular (i.m.) de 2 mg de benzoato de estradiol (2 mL; Gonadiol®, Zoetis). No dia 7 foi administrado 12,5 mg de dinoprost tromethamine (i.m.; 2,5 mL Lutalyse®, Zoetis). No dia 9 o dispositivo de P4 foi removido, e foram administrados 0,5 mg de cipionato de estradiol (i.m.; 0,25 mL ECP®, Zoetis) e 300 UI de eCG (i.m.; 1,5 mL; Novormon®, Zoetis). A inseminação artificial (IA) foi realizada entre 48 e 54 horas após retirada do dispositivo de P4.

Foram realizadas duas IATFs, com doses de sêmen de dois touros da raça Nelore, sem repasse. A IA foi realizada por técnico previamente treinado. O DG foi feito com uso de ultrassom (Aloka SSD 500 com transdutor de 7,5 MHz) 30 dias após

a IA, onde as vacas não gestantes foram avaliadas quanto à presença de corpo lúteo no ovário e resincronizadas para serem novamente inseminadas (segunda IATF), e aquelas provenientes da segunda IATF foram inseminadas pela primeira vez. O segundo DG foi realizado 30 dias após o final da estação de monta.

#### *Produção de leite e qualidade do leite*

Para essa avaliação, foram escolhidas, aleatoriamente, 3 vacas provenientes da primeira IATF por unidade experimental, totalizando 36 animais.

A produção de leite das vacas foi determinada, como descrito por Mays et al. (2014), aos 30, 120 e 210 dias pós parto (Figura 6). As vacas foram separadas de suas crias às 14h00 e permaneceram no piquete. Às 17h00, as bezerras foram colocadas junto das mães por 30 minutos a fim de esgotar o leite produzido, e então foram separadas novamente, com as vacas sendo soltas no piquete. A ordenha foi realizada às 05h30 (12 horas após a separação). As vacas eram presas no tronco de contenção e suas pernas amarradas para facilitar manipulação. A ordenha foi realizada mecanicamente (Ordenhadeira Móvel - USI 320 com 1 unidade de ordenha). A secreção de leite foi estimulada com 2 mL de ocitocina (10 UI/mL, Ocitovet®, Brasil) na veia mamária, iniciando a ordenha imediatamente após a administração da ocitocina. A produção de leite em 24h (PROD) foi estimada pela equação proposta por Restle et al. (2003):

Equação 2: 
$$\text{PROD} = \text{ORD} \times (60 / T) \times 24 ,$$

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).

Após a ordenha completa do animal, o leite era homogeneizado, pesado e devidamente registrado. Para avaliação da qualidade do leite foram coletadas amostras individuais de 50 mL, em frascos contendo conservante (bromonata). Posteriormente, o leite era armazenado sob refrigeração e enviados para laboratório comercial (Clínica do Leite, Piracicaba – SP). As amostras foram analisadas para teor

de gordura (GORD), proteína (PROT), lactose (LACT), sólidos totais (ST), extrato seco desengordurado (ESD), nitrogênio ureico (NU) e análise de caseína (CAS) 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).

O leite produzido foi corrigido para 4% de gordura (PROD4), calculado pela seguinte equação (NRC, 2001):

$$\text{Equação 3: } \text{PROD4} = 0,4 \times (\text{PROD}) + [15 \times (\text{GORD} \times \text{PROD} / 100)] ,$$

onde PROD4 = produção de leite em 24h corrigida para 4% de gordura (kg/dia),  
PROD = produção de leite estimada em 24h (kg/dia), GORD = teor de gordura do leite (%).

Foram estimadas as curvas de lactação média para cada tratamento usando o modelo proposto por Jenkins e Ferrell (1984):

$$\text{Equação 4: } \text{PROD4}_{(s)} = s / ae^{ks} ,$$

onde PROD4(s) = produção de leite em 24h corrigida para 4% de gordura na s<sup>a</sup> semana de lactação, s = semana de lactação, a = parâmetro de escala da curva, k = parâmetro de forma da curva.

#### *Composição bromatológica*

As amostras de pastejo simulado foram analisadas para quantificação dos teores de MS (método 934.01), matéria mineral (MM; método 942.05), proteína bruta (PB) pelo método Kjeldahl (984.13) e extrato etéreo (EE) pelo método Gold Fish (920.39), de acordo com a AOAC (1995). A matéria orgânica (MO) foi calculada como sendo: 100 - MM. O conteúdo de fibra em detergente neutro (FDN) foi determinada de acordo com Van Soest (1991), com o uso do determinador de fibra (TE-149, Tecnal - SP). A celulose foi solubilizada com ácido sulfúrico 72% e o conteúdo de lignina obtido

por diferença (Goering e Van Soest, 1970). As frações nitrogenadas insolúveis em detergente neutro (NIDN) e em detergente ácido (NIDA) foram analisadas pela metodologia de Licitra et al. (1996). A digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) foi determinada como descrito por Van Soest e Robertson (1985).

#### *Análises estatísticas*

O delineamento utilizado foi em blocos completos casualizados com dois tratamentos, sendo a unidade experimental o piquete, com seis repetições. O critério de blocagem foi a área experimental e os animais foram estratificados por peso corporal (PC) e escore de condição corporal (ECC). Todos os modelos incluíram o efeito fixo de oferta de forragem e o efeito aleatório de bloco; para medidas repetidas no tempo o modelo incluiu o efeito fixo de oferta de forragem e período e a interação, e bloco como efeito aleatório. Todas as análises foram realizadas utilizando o PROC MIXED do SAS (SAS Institute, Inc. Cary, NC). Variáveis respostas medidas mais de uma vez na mesma unidade experimental (PC, produção de leite, entre outras) foram analisadas como medidas repetidas utilizando o REPEATED do SAS. Foram testadas matrizes de covariância e selecionadas com base no critério de informação bayesiano (BIC). A taxa de prenhez foi analisada pelo procedimento GLIMMIX do SAS (SAS Institute, Inc. Cary, NC). A curva de lactação foi estimada utilizando o PROC NLIN do SAS (SAS Institute, Inc. Cary, NC). Anteriormente a todas as análises, valores residuais extremos foram removidos de acordo com o teste de Shapiro-Wilk e a homogeneidade residual avaliada. Finalmente, outros potenciais efeitos foram avaliados no modelo, como, por exemplo, a medida inicial de cada variável como covariável. Esse critério foi utilizado devido a erros da sexagem que levou a uma alteração no número de animais experimentais e consequentemente à variação das medidas iniciais. Para as variáveis medidas após o parto, foi utilizado o peso corporal inicial da vaca como covariável. Para todas as comparações foi utilizado teste de Tukey, a nível de 0,05 foi estabelecido como nível crítico de probabilidade para erro tipo I. Tendências foram consideradas entre 0,05 e 0,10.

## Resultados

Houve interação entre tratamento e período ( $P<0,01$ ) para a massa de forragem (MF) durante a fase gestacional. No início do experimento a MF foi semelhante entre os tratamentos ( $P=0,70$ ). Já nos d -105, -35 e 0 a MF apresentou diferença ( $P<0,04$ ) entre os tratamentos, sendo os maiores valores observados nos pastos da AOF (Figura 7).

Analisando a variação ao longo do tempo, a MF apresentou queda até o d -70 em ambos tratamentos. Após este período, os pastos com AOF apresentaram aumento da MF (81%) até o parto, já no tratamento com BOF a MF ficou estável (Figura 7).

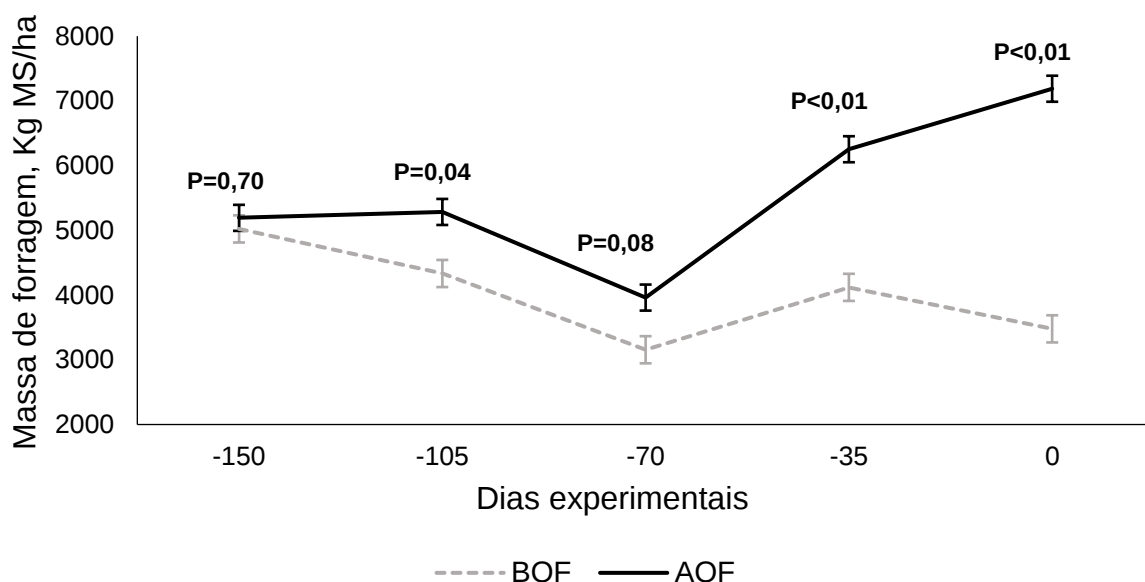


Figura 7. Massa de forragem do capim Marandu durante a gestação (150 dias) de vacas Nelore submetidas a diferentes ofertas de forragem até o parto (dia 0).

BOF: Baixa oferta de forragem (2,80 kg MS/kg PC); AOF: Alta oferta de forragem (7,60 kg MS/kg PC).

Houve interação entre tratamento e período para os componentes quantitativos do pasto ( $P<0,01$ ), exceto para densidade ( $P=0,19$ ). No início do experimento (d -150), todas as variáveis quantitativas do pasto foram semelhantes entre os tratamentos ( $P>0,20$ ), exceto a OF ( $P<0,01$ ). A partir do d -35 houve diferença entre os tratamentos ( $P<0,01$ ) para altura, massa verde total (MVT) e massa de folha verde (MFV), sendo

os maiores valores observados nos pastos da AOF. Já no d 0 todas as características quantitativas do pasto apresentaram diferença entre os tratamentos ( $P < 0,04$ ; Tabela 5).

Ao longo do período, observou-se, em ambos tratamentos, queda até o d -70 e depois aumento até o d 0 em todas as variáveis analisadas, com exceção da altura do pasto, que diminuiu do início do experimento ao parto ( $P < 0,01$ ; Tabela 5).

Houve interação entre tratamento e período para os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra indigestível em detergente neutro (FDNi) e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA;  $P < 0,01$ ). No início do experimento (d -150), os teores de MS, PB, FDNi e PIDA do pastejo simulado foram semelhantes entre os tratamentos ( $P > 0,35$ ). Entre os d -105 e -35 houve diferença entre os tratamentos ( $P < 0,04$ ) para PB, FDNi e PIDA, sendo os maiores valores de PB observados nos pastos da AOF e dos componentes fibrosos na BOF. Já no d 0, apenas os teores de PB dos pastos foram diferentes entre os tratamentos ( $P < 0,02$ ; Tabela 5; Figura 8).

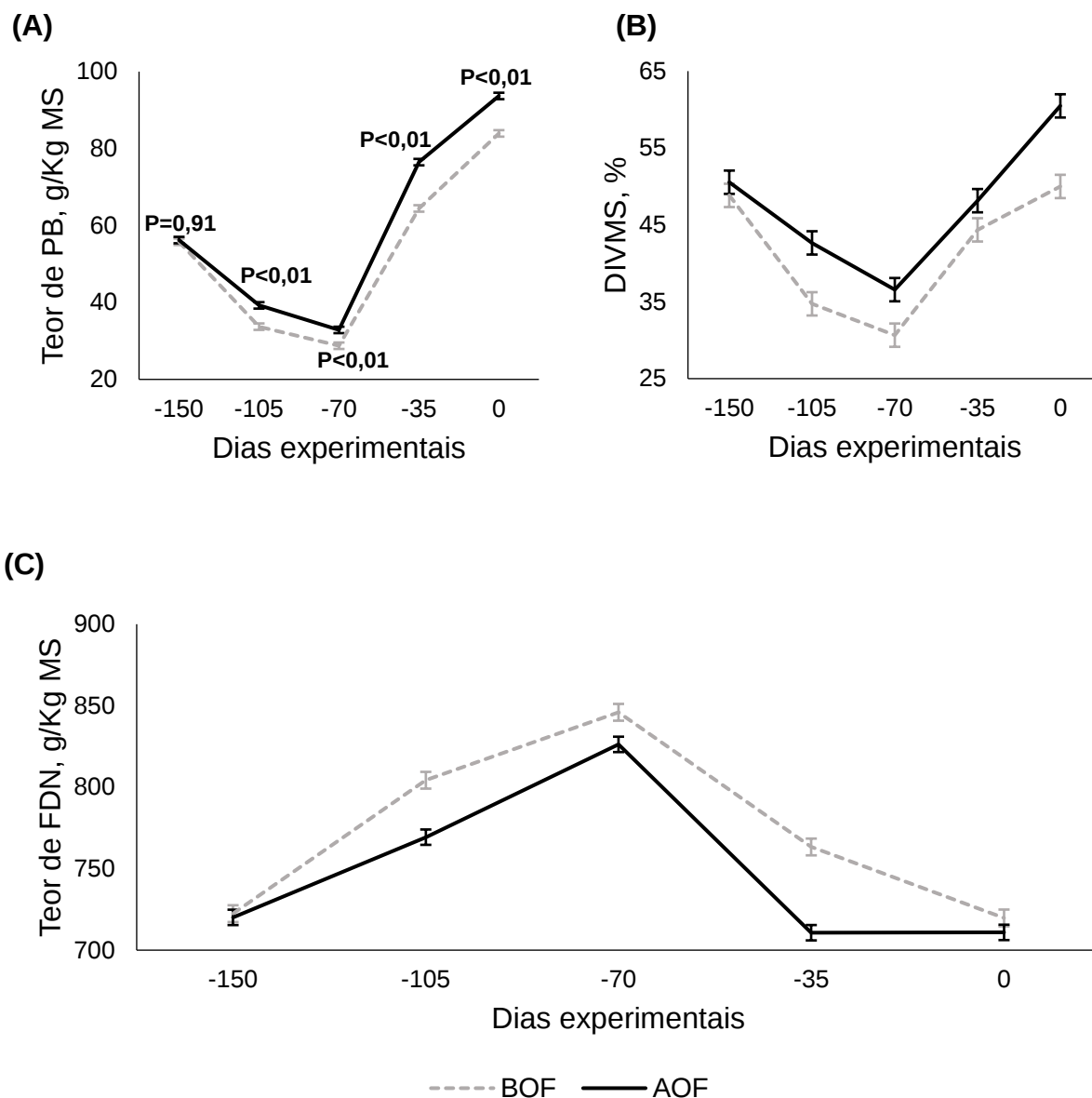


Figura 8. Teor de proteína bruta **(A)**, digestibilidade in vitro da MS **(B)** e teor de fibra em detergente neutro **(C)** do capim Marandu durante a gestação (150 dias) de vacas Nelore submetidas a diferentes ofertas de forragem até o parto (dia 0).

BOF: Baixa oferta de forragem (2,80 kg MS/kg PC); AOF: Alta oferta de forragem (7,60 kg MS/kg PC); PB: Proteína bruta; DIVMS: Digestibilidade in vitro da matéria seca; FDN: Fibra em detergente neutro.

A oferta de forragem afetou os teores de fibra em detergente neutro (FDN), lignina, proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e digestibilidade in vitro da MS (DIVMS;  $P < 0,04$ ), sendo que os pastos com BOF apresentaram maiores valores dessas variáveis.

Ao longo do período, o teor de PB e a DIVMS apresentaram mesmo comportamento, queda até o d -70, seguida de aumento até o parto (d 0). Já os teores de FDN, lignina, PIDA e FDNi apresentaram comportamento inverso, aumentando até o dia -70 e reduzindo até o dia 0 (Tabela 5; Figura 8).

Tabela 5. Características quantitativas e qualitativas do dossel forrageiro de capim Marandu durante a gestação (150 dias) de vacas Nelore submetidas a diferentes ofertas de forragem até o parto (dia 0).

| Períodos                                     | D -150 |       | D -105 |       | D -70 |       | D -35 |       | D 0  |       | EPM  | P-valor |       |        |
|----------------------------------------------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|---------|-------|--------|
| Ofertas                                      | BOF    | AOF   | BOF    | AOF   | BOF   | AOF   | BOF   | AOF   | BOF  | AOF   |      | OF      | PER   | OF×PER |
| Componentes quantitativos do pasto           |        |       |        |       |       |       |       |       |      |       |      |         |       |        |
| Altura, cm                                   | 40,8   | 42,2  | 35,6   | 35,2  | 32,2  | 32,1  | 26,2  | 31,6* | 23,0 | 31,1* | 1,05 | <0,01   | <0,01 | <0,01  |
| MVT, kg MVS/ha                               | 2166   | 2187  | 1012   | 1416  | 498   | 696   | 910   | 2398* | 1161 | 3145* | 168  | <0,01   | <0,01 | <0,01  |
| MFV, kg FV/ha                                | 842    | 1033  | 54,7   | 181   | 45,7  | 57,0  | 408   | 1125* | 674  | 1674* | 75,6 | <0,01   | <0,01 | <0,01  |
| DEN, kg MS/m³                                | 1,32   | 1,34  | 1,20   | 1,35  | 1,92  | 2,29  | 1,47  | 1,82  | 1,66 | 2,24  | 0,13 | 0,02    | <0,01 | 0,19   |
| OF, kg MS/kg PC                              | 3,30   | 6,98* | 3,03   | 7,33* | 2,27  | 5,52* | 2,95  | 8,45* | 2,49 | 9,62* | 0,31 | <0,01   | <0,01 | <0,01  |
| Composição bromatológica do pastejo simulado |        |       |        |       |       |       |       |       |      |       |      |         |       |        |
| MS, g/kg MN                                  | 433    | 402   | 806    | 647*  | 671   | 675   | 334   | 319   | 303  | 317   | 15,6 | <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  | 74,7 | 68,0  | 1,69 | 0,17    | <0,01 | 0,10   |
| MO, g/kg MS                                  | 942    | 941   | 942    | 936   | 953   | 948   | 936   | 929   | 925  | 932   | 1,69 | 0,17    | <0,01 | 0,10   |
| EE, g/kg MS                                  | 10,9   | 11,9  | 7,30   | 10,2  | 3,75  | 4,74  | 8,53  | 10,2  | 13,1 | 12,0  | 0,78 | 0,17    | <0,01 | 0,68   |
| Lignina, g/kg MS                             | 59,3   | 54,6  | 71,7   | 63,9  | 99,5  | 82,0  | 90,4  | 80,9  | 70,1 | 67,8  | 3,80 | 0,04    | <0,01 | 0,55   |
| FDNi, g/kg MS                                | 201    | 186   | 243    | 226   | 334   | 281*  | 253   | 194*  | 167  | 152   | 3,78 | <0,01   | <0,01 | 0,01   |
| PIDN, g/kg PB                                | 370    | 351   | 372    | 317   | 353   | 352   | 321   | 272   | 245  | 224   | 15,6 | <0,01   | <0,01 | 0,70   |
| PIDA, g/kg PB                                | 71,6   | 76,1  | 141    | 105*  | 182   | 141*  | 70,6  | 57,4* | 49,4 | 40,4  | 4,26 | <0,01   | <0,01 | <0,01  |

BOF: Baixa oferta de forragem (2,80 kg MS/kg PC); AOF: Alta oferta de forragem (7,60 kg MS/kg PC); EPM: Erro padrão da média; OF: Oferta de forragem; PER: Período; MVT: Massa verde total; MFV: Massa de folha verde; DEN: Densidade; MN: matéria natural; MS: matéria seca; MM: matéria mineral; MO: matéria orgânica; EE: Extrato etéreo; FDNi: Fibra indigestível em detergente neutro; PIDN: Proteína insolúvel em detergente neutro; PIDA: Proteína insolúvel em detergente ácido; PB: Proteína bruta. \*Diferença significativa entre os tratamentos.

Houve interação entre tratamento e período para o PC das vacas ( $P<0,01$ ). No início do experimento (d -150), o PC foi semelhante entre os tratamentos ( $P=0,76$ ). Já, ao parto (d 0) e no desmame (d 240), as vacas do tratamento com BOF apresentaram PC inferior às vacas da AOF ( $P<0,01$ ; Figura 9).

Analizando a variação ao longo do tempo, observa-se que as vacas submetidas ao tratamento com AOF aumentaram o PC até o parto e reduziram na fase de aleitamento. Já aquelas submetidas a BOF, apresentaram redução do PC até o parto e depois mantiveram no pós-parto (Figura 9).

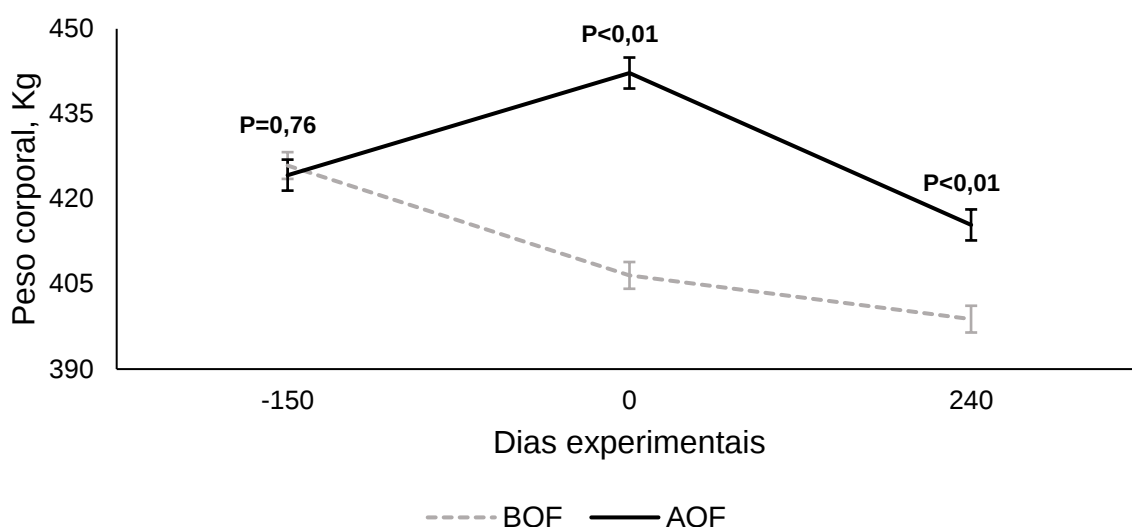


Figura 9. Peso corporal pré e pós parto de vacas Nelore submetidas a diferentes ofertas de forragem durante a gestação (150 dias).

BOF: Baixa oferta de forragem (2,80 kg MS/kg PC); AOF: Alta oferta de forragem (7,60 kg MS/kg PC).

Houve interação entre tratamento e período para o ECC das vacas ( $P<0,01$ ). No início do experimento (d -150) e ao desmame (d 240), o ECC foi semelhante entre os tratamentos ( $P>0,12$ ). Já, até o parto (d 0) apresentou diferença ( $P<0,01$ ), sendo o menor valor observado nos animais da BOF, com exceção do d -70 ( $P=0,22$ ).

Analizando a variação ao longo do período experimental, observa-se que ambos tratamentos apresentaram queda até o d -70. Após esse período, vacas mantidas em BOF continuam perdendo ECC até o parto (d 0) e depois recuperam no pós parto, já a AOF apresenta aumento do ECC até o parto e depois redução do mesmo durante a fase de aleitamento (Figura 10).

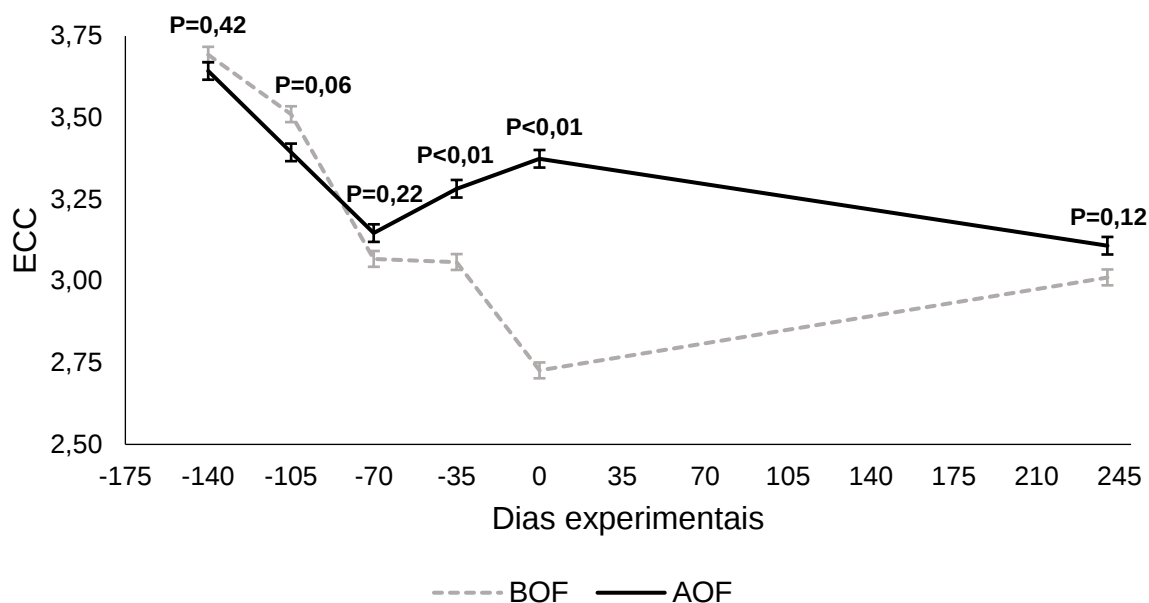


Figura 10. Escore de condição corporal pré e pós-parto de vacas Nelore submetidas a diferentes ofertas de forragem durante a gestação (150 dias).

BOF: Baixa oferta de forragem (2,80 kg MS/kg PC); AOF: Alta oferta de forragem (7,60 kg MS/kg PC).

Houve interação entre tratamento e período para as características de carcaça das vacas ( $P<0,02$ ), exceto para escore marmoreio ( $P=0,85$ ). No início do experimento (d -150), todas as características de carcaça, medidas pela ultrassonografia, foram semelhantes entre os tratamentos ( $P>0,09$ ). Já, ao parto (d 0), todas as variáveis, exceto escore de marmoreio ( $P=0,33$ ), apresentaram diferença ( $P<0,01$ ) entre os tratamentos, sendo os menores valores observados nos animais da BOF. No desmame (d 240), somente a AOL ( $\text{cm}^2/100 \text{ kg}$  de carcaça) e ratio foram diferentes entre os tratamentos ( $P=0,01$ ; Tabela 6).

Analisando a variação ao longo do tempo, observa-se que vacas submetidas ao tratamento com BOF apresentaram queda até o parto e depois manutenção e/ou recuperação das variáveis analisadas durante a fase de aleitamento. Já os animais provenientes da AOF aumentaram e/ou mantiveram suas características de carcaça até o parto e depois houve uma redução dessas variáveis no pós parto, exceto para o escore de marmoreio (Tabela 6).

Tabela 6. Características de carcaça pré e pós-parto de vacas Nelore submetidas a diferentes ofertas de forragem durante a gestação (150 dias).

| Períodos<br>Ofertas         | D -150 |      | D 0  |       | D 240 |       | EPM  | P -valor |       |        |
|-----------------------------|--------|------|------|-------|-------|-------|------|----------|-------|--------|
|                             | BOF    | AOF  | BOF  | AOF   | BOF   | AOF   |      | OF       | PER   | OF×PER |
| AOL, cm <sup>2</sup>        | 57,6   | 57,7 | 50,2 | 58,4* | 51,9  | 51,2  | 0,97 | <0,01    | <0,01 | <0,01  |
| AOL, cm <sup>2</sup> /100kg | 13,5   | 13,6 | 12,3 | 13,2* | 13,1  | 12,4* | 0,19 | 0,63     | <0,01 | <0,01  |
| EGS, mm                     | 4,09   | 4,09 | 3,33 | 4,18* | 3,24  | 3,18  | 0,16 | 0,06     | <0,01 | <0,01  |
| Marmoreio                   | 3,79   | 3,84 | 3,52 | 3,65  | 4,09  | 4,26  | 0,09 | 0,15     | <0,01 | 0,85   |
| Ratio                       | 0,49   | 0,48 | 0,46 | 0,49* | 0,46  | 0,48* | 0,01 | 0,05     | 0,01  | <0,01  |
| P8, mm                      | 6,82   | 6,88 | 5,04 | 6,22* | 4,47  | 4,53  | 0,33 | 0,15     | <0,01 | 0,02   |

BOF: Baixa oferta de forragem (2,80 kg MS/kg PC); AOF: Alta oferta de forragem (7,60 kg MS/kg PC); EPM: Erro padrão da média; OF: Oferta de forragem; PER: Período; AOL: Área de olho de lombo; EGS: Espessura de gordura subcutânea. \*Diferença significativa entre os tratamentos. As características de carcaça foram avaliadas por ultrassonografia.

No pré-parto, houve diferença entre os tratamentos ( $P<0,01$ ) para o ganho médio diário de peso em jejum e de tecidos maternos. As vacas mantidas em AOF ganharam 0,29 kg/dia a mais em jejum e perderam 0,25 kg/dia a menos em tecidos maternos. Já o GMD dos componentes da gestação foi semelhante entre os tratamentos ( $P=0,20$ ), com média de 0,37 kg/dia (Tabela 7).

No pós parto, houve diferença entre os tratamentos ( $P=0,01$ ) para o GMD com e sem jejum, sendo os menores valores observados nos animais da AOF. As vacas mantidas na AOF perderam 0,08 kg/dia e 0,120 kg/dia a mais de peso em jejum e sem jejum, respectivamente, que vacas mantidas na BOF (Tabela 7).

Tabela 7. Taxa de prenhez e ganho médio diário no pré e pós parto de vacas Nelore submetidas a diferentes ofertas de forragem durante a gestação (150 dias).

| Item                     | Ofertas de forragem |              | EPM  | P-valor |
|--------------------------|---------------------|--------------|------|---------|
|                          | BOF                 | AOF          |      |         |
| Taxa de prenhez, %       | 83,3 (20/24)        | 66,7 (12/18) | -    | 0,22    |
| <i>GMD pré-parto, kg</i> |                     |              |      |         |
| Jejum                    | -0,15               | 0,14         | 0,05 | <0,01   |
| Gestação                 | 0,36                | 0,38         | 0,01 | 0,20    |
| Tecidos maternos         | -0,47               | -0,22        | 0,05 | <0,01   |
| <i>GMD pós-parto, kg</i> |                     |              |      |         |
| Com Jejum                | -0,02               | -0,10        | 0,03 | 0,01    |
| Sem jejum                | 0,10                | -0,02        | 0,04 | <0,01   |

BOF: Baixa oferta de forragem (2,80 kg MS/kg PC); AOF: Alta oferta de forragem (7,60 kg MS/kg PC); EPM: Erro padrão da média; GMD: Ganho médio diário.

Não houve diferença entre os tratamentos ( $P=0,22$ ) para a taxa de prenhez na estação de monta seguinte (Tabela 7).

Houve tendência a interação entre tratamento e período para o teor de lactose do leite (LACT;  $P=0,06$ ). Aos 30 e 210 dias pós parto, o LACT foi semelhante entre os tratamentos ( $P>0,10$ ). Já aos 120 dias pós parto, foi maior para o tratamento BOF ( $P=0,02$ ). Observa-se diferença para a produção de leite corrigida para 4% de gordura (PROD4), teor de gordura (GORD) e de sólidos totais (ST) entre os tratamentos, sendo os menores valores observados no leite dos animais da BOF ( $P<0,02$ ; Tabela 8).

Tabela 8. Produção e composição do leite de vacas Nelore submetidas a diferentes ofertas de forragem durante a gestação (150 dias).

| Coletas<br>Ofertas    | D 30 |      | D 120 |      | D 210 |      | EPM  | P -valor |       |        |
|-----------------------|------|------|-------|------|-------|------|------|----------|-------|--------|
|                       | BOF  | AOF  | BOF   | AOF  | BOF   | AOF  |      | OF       | COL   | OF×COL |
| PROD, kg/dia          | 5,44 | 6,27 | 4,67  | 4,97 | 2,97  | 3,06 | 0,34 | 0,28     | <0,01 | 0,48   |
| PROD4, kg/dia         | 4,92 | 6,31 | 4,65  | 5,38 | 2,66  | 3,02 | 0,38 | 0,04     | <0,01 | 0,35   |
| GORD, g/100g          | 3,51 | 3,98 | 4,03  | 4,44 | 3,30  | 3,78 | 0,30 | 0,01     | <0,01 | 0,96   |
| PROT, g/100g          | 3,18 | 3,31 | 3,75  | 3,89 | 3,39  | 3,57 | 0,23 | 0,14     | <0,01 | 0,87   |
| LACT, g/100g          | 4,69 | 4,70 | 4,87  | 4,64 | 4,32  | 4,49 | 0,11 | 0,89     | 0,02  | 0,06   |
| ST, g/100g            | 12,4 | 13,0 | 13,7  | 14,1 | 12,0  | 12,9 | 0,36 | 0,02     | <0,01 | 0,55   |
| ESD, g/100g           | 8,84 | 8,97 | 9,67  | 9,64 | 8,72  | 9,08 | 0,11 | 0,20     | <0,01 | 0,10   |
| CCS, x mil células/ml | 622  | 420  | 175   | 189  | 19,5  | 115  | 106  | 0,79     | <0,01 | 0,38   |
| NU, mg/dL             | 10,9 | 10,7 | 11,8  | 11,2 | 10,1  | 10,7 | 0,43 | 0,86     | 0,02  | 0,26   |
| CAS, g/100g           | 2,44 | 2,58 | 3,03  | 3,15 | 2,63  | 2,81 | 0,07 | 0,10     | <0,01 | 0,58   |
| PCAS, % proteína      | 76,8 | 77,7 | 81,0  | 80,9 | 77,8  | 78,6 | 0,44 | 0,24     | <0,01 | 0,20   |

BOF: Baixa oferta de forragem (2,80 kg MS/kg PC); AOF: Alta oferta de forragem (7,60 kg MS/kg PC); EPM: Erro padrão da média; OF: Oferta de forragem; COL: Coleta; PROD: Produção de leite; GOR: Teor de gordura; LACT: Teor de lactose; ST: Teor de sólidos totais; ESD: Teor de extrato seco desengordurado; CCS: Contagem de células somáticas; NU: Teor de nitrogênio ureico; CAS: Análise de caseína; PCAS: % de caseína em relação a proteína total. \*Diferença significativa entre os tratamentos.

É observada, pelas curvas de lactação estimadas, relativa superioridade na produção de leite das vacas mantidas em AOF em comparação com as vacas mantidas em BOF durante a gestação (Figura 11).

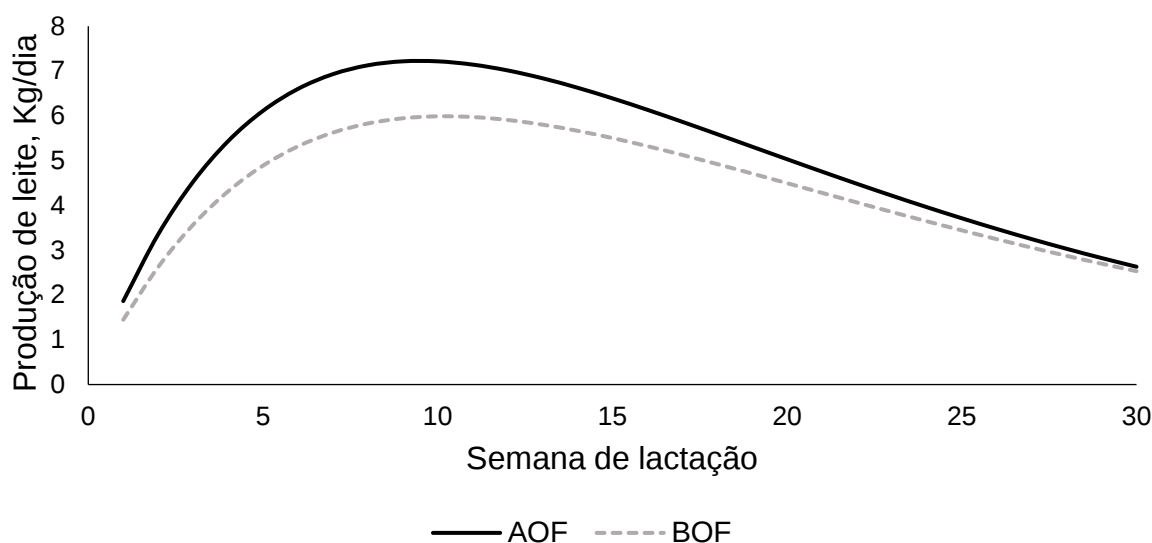


Figura 11. Curvas de lactação estimadas (Jenkins e Ferrell, 1984) de vacas Nelore submetidas a diferentes ofertas de forragem durante a gestação (150 dias).

BOF: Baixa oferta de forragem (2,80 kg MS/kg PC); AOF: Alta oferta de forragem (7,60 kg MS/kg PC).

A oferta de forragem durante a gestação não afetou o peso das bezerras ao nascimento ( $P=0,41$ ) e ao desmame (d 205;  $P=0,16$ ). Já o peso aos 120 dias de idade foi superior em 9kg nas bezerras filhas de vacas de AOF ( $P=0,04$ ; Figura 12).

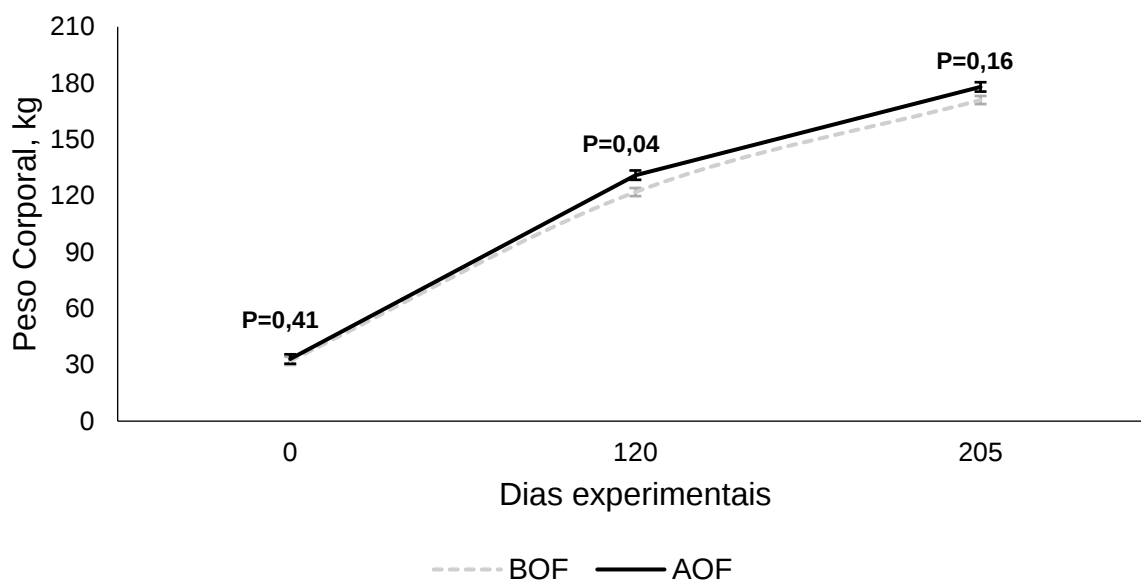


Figura 12. Peso corporal de bezerras Nelore filhas de vacas submetidas a diferentes ofertas de forragem durante a gestação (150 dias).

BOF: Baixa oferta de forragem (2,80 kg MS/kg PC); AOF: Alta oferta de forragem (7,60 kg MS/kg PC).

As características de carcaça, medidas pela ultrassonografia, no desmame foram semelhantes entre as progênies ( $P>0,13$ ), exceto marmoreio, apresentando tendência ( $P=0,10$ ) a ser superior nas filhas de vacas mantidas na AOF durante a gestação. Bezerras filhas de vacas provenientes da AOF ganharam 0,08 kg/dia a mais que as bezerras da BOF durante os primeiros 120 dias de vida ( $P=0,03$ ). Após este período, o ganho médio diário das bezerras foi semelhante até o desmame ( $P=0,75$ ; Tabela 9).

Tabela 9. Características de carcaça e ganho médio diário durante a fase de aleitamento de bezerras Nelore filhas de vacas submetidas a diferentes ofertas de forragem durante a gestação (150 dias).

| Item                                           | Ofertas de forragem |       | EPM  | P-valor |
|------------------------------------------------|---------------------|-------|------|---------|
|                                                | BOF                 | AOF   |      |         |
| Área de olho de lombo, cm <sup>2</sup>         | 35,03               | 37,09 | 1,36 | 0,13    |
| Área de olho de lombo, cm <sup>2</sup> / 100kg | 19,16               | 19,20 | 0,55 | 0,95    |
| Espessura de gordura subcutânea, mm            | 2,34                | 2,35  | 0,13 | 0,95    |
| Marmoreio                                      | 2,63                | 2,98  | 0,21 | 0,10    |
| Ratio                                          | 0,45                | 0,46  | 0,01 | 0,44    |
| P8, mm                                         | 3,59                | 3,84  | 0,17 | 0,14    |
| <i>Ganho médio diário, kg</i>                  |                     |       |      |         |
| d 0 – d 120                                    | 0,74                | 0,82  | 0,03 | 0,03    |
| d 120 – d 240                                  | 0,51                | 0,50  | 0,02 | 0,75    |

BOF: Baixa oferta de forragem (2,80 kg MS/kg PC); AOF: Alta oferta de forragem (7,60 kg MS/kg PC); EPM: Erro padrão da média. As características de carcaça foram avaliadas por ultrassonografia.

## Discussão

Durante o período de gestação avaliado, as características da forragem disponível aos animais sofreram alterações, devido às variações climáticas, uma vez que os períodos de maior e menor quantidade e qualidade da forragem ofertada são consequências da estacionalidade de produção. Este comportamento é discutido na literatura (Detmann et al., 2014), inerente aos trópicos e influencia todo o sistema de produção. E é devido a este padrão de crescimento das forrageiras tropicais a importância de se estudar diferentes ofertas de forragem da metade ao terço final da

gestação de vacas Nelore, assim como entender a influência da oferta de forragem no desempenho do par vaca/bezerra até o desmame. Dessa forma, nosso estudo deixa claro que, para vacas de corte prenhas de fêmeas, uma menor disponibilidade de forragem, da metade ao final da gestação, afeta a produção e qualidade do leite da mãe, e por isso, sua progênie apresenta menor desempenho até o desmame.

Nesse estudo, o d -70 foi marcado pelo início das chuvas (transição seca-águas). A média de precipitação mensal na seca era de 11mm, com o início das águas houve um aumento de 70mm. Diante disso, é esperado que haja diferenças na estrutura do pasto e na composição química da forrageira consumida, como foi visto. Durante a estação seca a produção de forragem diminui devido, principalmente, à falta de chuva e menor temperatura, o que provoca o decréscimo na qualidade da forrageira, principalmente pela redução no teor de PB e elevação da fração fibrosa da forragem, causando redução em sua digestibilidade. Já com o início das chuvas, há o aumento da radiação solar e das horas de luz, fatores que contribuem para a produção de forragem, e consequente aumento no valor nutritivo da forragem (Detmann et al., 2014).

Utilizando a equação descrita por Gionbelli (2013) que considera o peso de corpo vazio do animal e dias em gestação, o consumo voluntário estimado ao início do experimento foi o mesmo para baixa e alta oferta (5,65 kg de MS/dia). Próximo ao parto, vacas mantidas em AOF tiveram um consumo estimado em torno de 5,49 kg de MS/dia (decréscimo de 3%), enquanto vacas mantidas em BOF tiveram consumo de 5,02 kg de MS/dia (decréscimo de 11%). As vacas mantidas na BOF, provavelmente, tiveram seu consumo de MS restringido devido a menor massa de forragem, o que gerou menor disponibilidade da mesma. Esta influencia positivamente no consumo, uma vez que em maiores OF os animais tem opções para selecionar as partes a serem ingeridas (Carvalho et al., 2007). Além da restrição quantitativa, esta forragem possuía menor valor nutricional, visto que apresentou maiores teores de fibra, menor teor de PB e menor digestibilidade da MS comparado ao outro tratamento. Por consequência, vacas mantidas na BOF apresentaram menor desempenho da metade ao final da gestação.

A perda de PC e ECC nas vacas mantidas em BOF pode ser explicada pela restrição nutricional. Quando os animais estão sem alimento ou submetidos a algum

manejo nutricional incapaz de suprir suas necessidades, os mesmos usam de mecanismos fisiológicos, na tentativa de minimizar o dano causado (Forbes, 1995). Nessa situação, o baixo CMS reduz a síntese de ácido propiônico no rúmen, o que consequentemente reduz a síntese de glicose pelo fígado e os níveis séricos de insulina. Como o aporte de energia fornecido pela alimentação não é suficiente para suprir a exigência energética do feto e da glândula mamária, é desencadeada a mobilização de reservas corporais para suprir essas demandas (Gionbelli et al., 2016).

O menor PC e ECC ao parto, provavelmente está associado a menor quantidade de reservas corporais, devido à intensa mobilização. Os resultados de ultrassonografia de carcaça confirmam essa condição nutricional das vacas submetidas a BOF, uma vez que foi verificado menores valores nas características de carcaça desses animais ao parto, quando comparado ao outro tratamento. Isso ocorre porque, embora tenham atingido a maturidade fisiológica, a quantidade de tecido muscular esquelético na carcaça está abaixo da regular, devido à mobilização para atendimento das exigências de gestação ou até mesmo manutenção (Bell et al., 2005). Foi relatado que fêmeas ruminantes alimentadas com nutrientes dietéticos, próximos ou abaixo das exigências para gestação, mobilizam tecido muscular esquelético para a manutenção de aminoácidos circulantes (Bell e Ehrhardt, 2000).

Considerando o GMD dos componentes da gestação, este foi semelhante entre os tratamentos provavelmente porque o PC ao nascimento das bezerras não diferiu (Rodrigues et al., 2020; Gionbelli et al., 2015). Já analisando o GMD de tecidos maternos, provavelmente a perda de tecidos maternos do grupo em AOF foi em componentes não carcaça, como redução do tamanho de órgãos, visto que todas as características de carcaça desses animais ao parto foram aumentadas. Já, o grupo em BOF além de componentes não carcaça, também perderam componentes carcaça, devido a mobilização dos tecidos para sustentar a gestação. Estes resultados reafirmam a necessidade das vacas em mobilizarem os tecidos de reserva maternos como forma de apoiar a nutrição e o crescimento do útero gravídico. Vários desafios ocorrem no estado fisiológico normal da vaca para apoiar a formação da prole, como mudanças no tamanho e composição dos tecidos maternos e órgãos e crescimento dos tecidos que suportam a gestação e lactação, como o útero gravídico e o úbere (Gionbelli, 2013).

No início da lactação, a vaca está em homeorrese priorizando a produção leiteira (Bauman e Currie, 1980). Assim, quando a fonte de alimentação é restrita, o suporte nutricional não é suficiente para manter o metabolismo basal e a produção leiteira. De acordo com Lazzarini et al. (2009) pelo menos 7% da PB é necessária para o uso adequado de FDN em pastagens de baixa qualidade. Neste estudo, durante a fase de aleitamento, a massa de forragem se manteve em torno de 7332 kg de MS/ha e os teores de PB em torno de 7,91% e 3,89% durante a temporada chuvosa e transição para a seca, respectivamente. O menor teor de PB foi observado próximo ao desmame. Essas características indicam que a pastagem, na maioria das vezes, apresentava valor nutricional regular, não promovendo restrição nutricional durante a fase de aleitamento.

Após o parto é natural que haja redução do PC relacionado à perda dos componentes gestacionais, que representa as quantidades reais de constituintes que crescem diretamente relacionados à gestação. No parto, a cavidade abdominal é aliviada pela saída do líquido amniótico, feto e membranas fetais, sendo essa diminuição de 50 kg, aproximadamente, para vacas de corte (Gionbelli et al., 2016). No entanto, a perda de PC e ECC após o parto de vacas da AOF pode ser explicada devido à maior condição corporal destes animais ao parto. Isso ocorre porque animais com maior quantidade de reserva e de PC, possuem maior exigência energética para manutenção (NRC, 2000; Chizzotti et al., 2008). Essa alteração pós parto corrobora com os dados de Ayres et al. (2014) e Carvalho (2017), em que maior ECC ao parto resultou em maior perda pós-parto. Já as vacas mantidas em BOF, apesar da perda de PC relacionada aos componentes gestacionais, conseguiram manter seu PC e ECC, possivelmente devido à menor condição corporal ao parto, o que altera a exigência de energia para manutenção (Gionbelli et al., 2016). Mesmo que vacas mantidas em AOF tenham reduzido PC ao desmame, estas apresentaram média de 16 kg de PC superior àquelas em BOF, o que reforça a importância da alimentação pré-parto para a manutenção ou melhoria do PC pós parto.

As diferentes ofertas de forragem durante a gestação não alteraram a produção de leite diária. O aumento na ingestão de nutrientes dietéticos no pré parto foi associado a resposta diferente 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; Valiente et al., 2018). No entanto, a produção diária de leite corrigida para 4% foi alterada. Além disso, utilizando a equação proposta por Jenkins e Ferrell (1984) para o cálculo da produção total de leite em 210 dias de lactação, estima-se que vacas mantidas em AOF durante a gestação produziram 1096 kg de leite, enquanto vacas mantidas em BOF produziram 632 kg de leite, no mesmo período. Essa menor produção de leite observada em animais da BOF provavelmente está relacionada à menor quantidade de reservas corporais, uma vez que são utilizadas as reservas de tecido adiposo provenientes da gestação para a produção de leite.

Além da menor produção de leite estimada, verifica-se que vacas mantidas em BOF produziram leite com menores teores de gordura e sólidos totais que vacas mantidas na AOF. Este resultado pode estar associado com o teor de energia e proteína da dieta das vacas no pré-parto. A composição de leite está intimamente relacionada ao consumo de alimentos, uma vez que a degradação dos carboidratos fibrosos, provenientes das pastagens, aumenta a produção de ácido acético, importante precursor da gordura no leite, enquanto os carboidratos não fibrosos, aumentam a produção do ácido propiônico, principal precursor da lactose no leite, via gliconeogênese hepática. Já a proteína degradável no rúmen (PDR), que é utilizada pelas bactérias ruminais, compõem a proteína microbiana (PMIC), que juntamente com a proteína não degradável no rúmen (PNDR) fornecem os aminoácidos que serão absorvidos no intestino, constituindo a proteína metabolizável utilizada na síntese de proteína do leite. Em função disso, a identificação de alterações nos componentes do leite pode indicar deficiências de nutrientes ou falta de sincronia na degradabilidade ruminal da energia e proteína na dieta de vacas em lactação (Jenkins e McGuire, 2006; Kebreab et al., 2009; NRC, 2001). Características da composição do leite têm sido utilizadas como indicadores da qualidade do leite e podem afetar o desempenho da prole e a eficiência do sistema (Rodrigues et al., 2014; Adams, 2019).

Apesar da semelhança no PC ao nascimento, bezerras filhas de vacas submetidas a AOF durante a gestação foram mais pesadas aos 120 dias. Esta diferença de peso pode estar associada ao maior suporte nutricional em termos de qualidade do leite da mãe (Rodrigues et al., 2014), uma vez que vacas mantidas em AOF produziram mais leite (corrigido para 4% de gordura) com maior quantidade de

sólidos totais e de gordura. A produção e a composição do leite da mãe, bem como a quantidade e qualidade dos nutrientes do pasto fornecidos antes e após o nascimento são os principais fatores que afetam o crescimento do bezerro antes do desmame (Greenwood e Café, 2007).

Estes achados sugerem que o maior desempenho das bezerras durante a fase de aleitamento está relacionado com a nutrição pós-natal, advinda do leite materno, que teve sua composição alterada devido a nutrição durante a gestação. O que parece não estar relacionado com a programação fetal. Isso pode ter ocorrido como forma de proteger a prole. De acordo com Aiken et al. (2013) todos os fetos respondem de forma idêntica ao mesmo insulto, no entanto é amortecido pela mãe de forma dependente do sexo. Durante o desenvolvimento fetal, os embriões machos têm uma maior capacidade de responder ao ambiente materno e podem, como consequência, exibir maior sensibilidade a influências específicas da programação. Já a prole feminina parece estar protegida ou apresentar sensibilidade reduzida a um insulto moderado durante o desenvolvimento fetal (Grigore et al., 2008).

A hipótese mais aceita e mais investigada sobre este assunto é a hipótese de Trivers-Willard (Trivers e Willard, 1973), que sugere que fêmeas, dependendo do estado fisiológico, desenvolvem a capacidade de deslocar seus recursos preferencialmente ao gênero cuja sobrevivência produz o melhor retorno para a espécie. No entanto, as causas da programação da glândula mamária para a maior produção de leite quando vacas estão gestando fêmeas ainda não estão claras (Hinde et al., 2014). Em gado de corte, são observados apenas efeitos marginais nas variações da produção de leite devido ao gênero da prole (Minick et al., 2001). Outra possível hipótese para a maior produção de leite ao gerar fêmeas pode estar relacionada à diferença nas taxas de concepção em vacas gestantes de machos vs. fêmeas (Gionbelli et al., 2017). Segundo os autores, as taxas de concepção natural de machos são ligeiramente maiores do que as de fêmeas, variando entre 50% e 54% em machos, contra 46% e 50% nas fêmeas. Como os bovinos são espécies polígamas, na natureza menos touros seriam necessários. Portanto, a evolução da alocação de recursos maternos e do desenvolvimento intrauterino que favorece a sobrevivência pós-natal da fêmea (intestino mais desenvolvido no nascimento, maior carga imunológica, maior produção de leite materno) seria direcionado para favorecer

o gênero, como mecanismo de evolução compensatório, pela dificuldade de conceber uma maior proporção de fêmeas (Gionbelli et al., 2017).

Diante disso, com os dados obtidos até o momento, fica clara a importância da nutrição materna durante a gestação, visto seus efeitos sobre a produção e composição do leite da mãe, que afeta tanto o desempenho, quanto as características de carcaça das bezerras até o desmame.

## **Conclusão**

A restrição alimentar, no nível avaliado, durante os últimos 150 dias da gestação de vacas Nelore prenhas de fêmeas, parece não afetar a programação fetal da prole. No entanto, tem efeito na produção e composição do leite da matriz, prejudicando o desempenho das bezerras até o desmame.

## **Referências**

Adams SM (2019). **Nutrição pré-parto da vaca e seus reflexos na produção e composição do leite e no desempenho do bezerro**. 29f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). UFSM, Santa Maria.

AOAC. Official methods of analysis (1995) Association of Official Analytical Chemist: Gaithersburgs, MD.

Ayres H, Ferreira RM, Torres Junior JRS, Demétrio CGB, Sá Filho MF, Gimenes LU, Penteado L, D'occhio MJ, Baruselli PS (2014) Inferences of body energy reserves on conception rate of suckled Zebu beef cows subjected to timed artificial insemination followed by natural mating. **Theriogenology**. 82:529–536.

Bauman DE, Currie WB (1980) Partitioning of nutrientes during pregnancy and lactation: A review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. **Journal of Dairy Science**. 63:1514-1529.

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.

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**. New York: CAB International, 275-293.

Bell AW, Ferrell CL, Freetly HC (2005) Pregnancy and Fetal Metabolism. In: Dijkstra J, Forbes JM, France J. **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. 2ed, 523-550.

Carvalho PCF, Santos DT, Neves FP (2007) Oferta de forragem como condicionadora da estrutura do pasto e do desempenho animal. In: Simpósio de forrageiras e produção animal: Sustentabilidade produtiva do Bioma Pampa. **Anais...** 23-59.

Carvalho RS (2017) **Influência da alteração do escore de condição corporal e de hormônios metabólicos pós-parto na eficiência reprodutiva de vacas nelore inseminadas em tempo fixo**. 80f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Unesp, Botucatu.

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

Chilibroste P, Mattiauda DA, Bentancur O, Soca P, Meikle A (2012) Effect of herbage allowance on grazing behavior and productive performance of early lactation primiparous Holstein cows. **Animal Feed Science and Technology**. 173:201–209.

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.

Detmann E, Paulino MF, Valadares Filho SC, Huhtanen P (2014) Nutritional aspects applied to grazing cattle in the tropics: a review based on Brazilian results. **Semina: Ciências Agrárias**. 35:2829-2854.

De Vries MFW (1995) Estimating forage intake and quality in grazing cattle: a reconsideration of the hand-plucking method. **Journal of Range Management**. 48:370-375.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação dos solos. Brasília, 412p. 1999.

Forbes JM (1995) Voluntary food intake and diet selection in farm animals. **Wallington: CAB**. 532p.

Gionbelli MP (2013) **Nutrient requirements and quantitative aspects of growth, development and digestion of pregnant and non-pregnant nellore cows**. 215f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – UFV, Viçosa.

Gionbelli MP, Duarte MS, Valadares Filho SC, Detmann E, Chizzotti ML, Rodrigues FC, Zanetti D, Gionbelli TRS, Machado MG (2015) Achieving body weight adjustments for feeding status and pregnant or non-pregnant condition in beef cows. **Plos One**. 10:1–19.

Gionbelli MP, Valadares Filho SC, Duarte MS (2016) Exigências nutricionais para vacas de corte vazias e gestantes. In: Valadares Filho SC. **Nutrient Requirements of Zebu and Crossbred Cattle – BR CORTE**. 3d.

Gionbelli TRS, Veloso CM, Rotta PP, Valadares Filho SC, Carvalho BC, Marcondes MI, Cunha CS, Novaes MAS, Prezotto LD, Duarte MS, 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.

Goering HK, Van Soest PJ (1970) Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications). Washington, DC: USDA.

Greenwood PL, Cafe LM, Hearnshaw H, Hennessy DW, Morris SG (2009) Consequences of prenatal and preweaning growth for yield of beef primal cuts from 30-month-old Piedmontese and Wagyu-sired steers. **Animal Production Science**. 49:468–478.

Grigore D, Ojeda NB, Alexander BT (2008) Sex differences in the fetal programming of hypertension. *Gender Medicine*.

Hinde K, Carpenter AJ, Clay JS, Bradford BJ (2014) Holsteins favor heifers, not bulls: Biased milk production programmed during pregnancy as a function of fetal sex. **PLoS ONE**. 9:861-869.

Jenkins TG, Ferrel CL (1984) A note on lactation curves of crossbred cows. **Anim. Prod.** 39:479–482.

Jenkins TC, McGuire MA (2006) Major advances in nutrition: Impact on milk composition. **Journal of Dairy Science**. 89:1302–1310.

Kebreab E, (2009) Recent advances in modeling nutrient utilization in ruminants. **Journal of Animal Science**. 87:111–122.

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.

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.

Lazzarini I, Detmann E, Sampaio CB, Paulino MF, Valadares Filho SC, Souza MA, Oliveira FA (2009) Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 38:560–569.

Lemos BJM, Souza FM, Moreira KKG, Guimarães TP, Pereira MLR, Ferreira SF, Silva RM (2012) Suplementação de bovinos de corte em pastejo. **PUBVET**. 6:1457.

Licitra G, Hernandez TM, Van Soes PJ (1996) Padronização de procedimentos de fracionamento de nitrogênio em alimentos para ruminantes. **Animal Feed Science Technology**. 57:347-358.

Mays AR, Brown MA, Tunglen DL, Rosenkrans Jr CF (2014) Milk production traits of beef cows as affected by horn fly count and sire breed type. **Journal of Animal Science**. 92:1208–1212.

Minick JA, Buchanan DS, Rupert SD (2001) Milk production of crossbred daughters of high- and low-milk EPD Angus and Hereford bulls. **Journal of Animal Science**. 79:1386-1393.

NRC - National Research Council. Nutrients requirements of beef cattle. 7.ed. National Academic Press. Washington, D.C., 234p, 2000.

Reis RA, Bertipaglia LMA, Freitas D, Melo GMP, Balsalobre MAA (2004) Suplementação proteico-energética e mineral em sistemas de produção de gado de corte nas águas e nas secas. In: Santos FAP, Moura JC, Faria VP. Simpósio sobre bovinocultura de corte. **Anais...** 171-226.

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.

Rodrigues LM, Schoonmaker JP, Resende FD, Siqueira GR, Machado Neto OR, Gionbelli MP, Gionbelli TRS, Ladeira MM (2020) Effects of protein supplementation on Nellore cows' reproductive performance, growth, myogenesis, lipogenesis and intestine development of the progeny. **Journal of Animal Science**. 95:172-172.

Rodrigues PF, Menezes LM, Azambuja RCC, Suñé RW, Silveira IDB, 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.

Sollenberger LE, Cherney DJR (1995) Evaluating forage production and quality. In: Barnes RF, Miller DA, Nelson CJ. **Forages: the science of grassland agriculture**. Ames: University Press. 2:97-110.

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

Trivers RL, Willard DE (1973) Natural selection of parental ability to vary the sex ratio of offspring. **Science**.179:90–92.

Underwood KR, Tong JF, Price PL, Roberts AJ, Grings EE, Hess BW, Means WJ, 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.

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 Soest PJ, Robertson JB (1985) Analysis of forages and fibrous foods. **Cornell University Press: Ithaca**.

Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of dairy Science**. 74:3583–3597.