

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

**IMPACTO DA OFERTA DE FORRAGEM NA RECRIA DE
NOVILHAS NELORE DESTINADAS À REPOSIÇÃO E
TEMPO DE CONFINAMENTO DAS FÊMEAS VAZIAS**

**Igor Machado Ferreira
Zootecnista**

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

**IMPACTO DA OFERTA DE FORRAGEM NA RECRIA DE
NOVILHAS NELORE DESTINADAS À REPOSIÇÃO E
TEMPO DE CONFINAMENTO DAS FÊMEAS VAZIAS**

**Discente: Igor Machado Ferreira
Orientador: Prof. Dr. Flávio Dutra de Resende
Coorientadora: Dra. Laura Franco Prados**

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

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Igor Machado Ferreira, nascido em 08 de novembro de 1995 em Recreio, Minas Gerais. Filho de Eliane Aparecida Machado Ferreira e Amauri da Costa Machado. Possui curso técnico em Zootecnia (2011-2013) pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Campus Rio Pomba e Graduação em Zootecnia (2014- 2019) na Universidade Federal de Lavras. Durante a graduação, participou do grupo NEFOR como membro efetivo e compôs o quadro de coordenadores do grupo por dois anos. Sob a orientação do professor Dr. Daniel Rume Casagrande (2015 – 2019) conduziu quatro projetos de iniciações científicas. No início de 2019 o candidato realizou uma atividade acadêmica internacional nos Estados Unidos, onde ficou por 5 meses estagiando no *Range Cattle Research & Education Center* – Ona, Flórida sob a orientação do professor Dr. João Vendramini. Em agosto de 2019, iniciou o mestrado pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Campos Jaboticabal, UNESP, no programa de pós graduação em Zootecnia sob orientação do professor Dr. Flávio Dutra de Resende na área de nutrição e produção de ruminantes.

F383i

Ferreira, Igor Machado

Impacto da oferta de forragem na recria de novilhas Nelore destinadas à reposição e tempo de confinamento das fêmeas vazias /

Igor Machado Ferreira. -- Jaboticabal, 2021

112 p. : il., tabs.

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

Orientadora: Flávio Dutra de Resende

Coorientadora: Laura Franco Prados

1. Bos indicus. 2. Novilhas de reposição. 3. Oferta de forragem. 4. Reprodução. 5. Tempo de confinamento. I. Título.

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

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: IMPACTO DA OFERTA DE FORRAGEM NA RECRIA DE NOVILHAS NELORE DESTINADAS A REPOSIÇÃO E TEMPO DE CONFINAMENTO DAS FÊMEAS VAZIAS

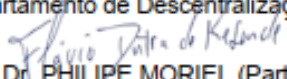
AUTOR: IGOR MACHADO FERREIRA

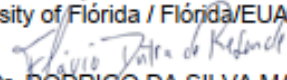
ORIENTADOR: FLÁVIO DUTRA DE RESENDE

COORDINADORA: LAURA FRANCO PRADOS

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


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


Prof. Dr. PHILIP MORIEL (Participação Virtual)
University of Florida / Flórida/EUA


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

Jaboticabal, 21 de julho de 2021

“Se você *pensa* que está derrotado, você está,
Se você *pensa* que não ousa, você não ousa;
Se você gosta de vencer, mas *pensa* que não consegue,
É quase certo que não vai conseguir.

Se você *pensa* que vai perder, está perdido,
Porque lá fora no mundo descobrimos
Que sucesso começa com a vontade do homem
Tudo está no *estado mental*.

Se você *pensa* que está superado, está,
Você tem que *pensar* algo para subir,
Você tem que estar *seguro de si* antes de
Poder ganhar um prêmio.

As batalhas da vida nem sempre vão
Para o homem mais forte ou mais rápido,
Mas, cedo ou tarde, o homem que vence
É o homem que *pensa* em poder!”

“Um desistente nunca vence, e um vencedor nunca desiste”

Napoleon Hill

AGRADECIMENTOS

À Deus, a minha mãe Eliane Aparecida Machado Ferreira, e meu pai Amauri da Costa Machado pelos valores passados e o esforço para que eu possa estar aqui hoje. Pai e mãe reconheço tudo o que fizeram por mim, espero enchê-los de orgulho. Aos meus avós, tios e primos que sempre me apoiaram e estavam sempre dispostos a aconselhar e ajudar na realização dos meus sonhos.

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

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

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

Em especial aos meus companheiros de experimento Iorrano e Karla, pela parceria durante todas as fases desse experimento e dos tantos outros que conduzimos juntos. Foi um grande prazer trabalhar com vocês.

Aos integrantes da pós-graduação da APTA, William, Luciana, Jéssica, Mailza, Irene, Henrique, Amanda, Keuven, Aline, Laylles, Luis obrigado por tudo.

Aos estagiários bolsistas e passageiros da APTA, Eduarda, Willian, Maria Jaqueline, Hugo, Mateus Abreu, João Pedro, Matheus, Geovanni, Matheus Gonsalves, Gustavo, Vinicius, Vinicius Lima, Diego, Axi e Lucas, pela ajuda fundamental durante todas as fases do experimento! Aos funcionários da APTA, Toizinho, Lori, Seu João, Seu Alcino, Chico, Nandi, Deley, Roberto, Luiz, Suelli, Néia, Juninho, Antônio Carlos, Tim, Miltinho e todos os outros, sempre dispostos a ajudar. Além desses, especialmente a Regina, por toda a ajuda em compras e equipamentos e também ao Rodolfo Toga, pela paciência, ensinamentos e ajuda no laboratório.

Um agradecimento especial também ao meu grande amigo/irmão Bruno, você

sabe o quanto é responsável por esse momento, agradeço a Deus por ter você como um amigo/irmão. Ao Prof. Daniel Rume Casagrande por todos os ensinamentos durante a orientação nos projetos de iniciação científica na UFLA.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa concedida durante o período do Mestrado (processo 2019/24820-3) e também pelo apoio financeiro do projeto (processo 2020/02903-1).

À Agrocere Multimix em nome do Matheus Moretti e à Trow Nutrition em nome da Josiane Lage, pelo apoio financeiro e pelo imenso apoio intelectual. Além das empresas Zoetis, CRV Lagoa e a DGT Brasil que, por meio de parcerias, permitiram também condições para a execução deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	iv
GENERAL ABSTRACT	vi
CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1. <i>Desafios de emprenhar novilhas aos 14 meses</i>	2
2.2. <i>Manejo do pasto e suplementação</i>	7
2.3. <i>Efeitos da nutrição sobre a manifestação da puberdade e alterações hormonais em novilhas</i>	13
2.4. <i>IGF1, insulina e leptina e seus efeitos na reprodução</i>	16
2.5. <i>Diferenças fisiológicas reprodutivas em fêmeas Bos taurus e Bos indicus.</i> ..	19
2.6. <i>Tempo de confinamento para novilhas</i>	22
3. REFERÊNCIAS	25
CAPÍTULO 2 - IMPACTO DA OFERTA DE FORRAGEM NO DESEMPENHO E PARÂMETROS REPRODUTIVOS DE NOVILHAS NELORE DESTINADAS A REPOSIÇÃO	42
1. INTRODUÇÃO	45
2. MATERIAL E MÉTODOS	46
3. RESULTADOS	55
4. DISCUSSÃO	69
5. CONCLUSÃO	74
6. REFERÊNCIAS	74
CAPÍTULO 3 - EFEITO DO TEMPO DE CONFINAMENTO SOBRE O CONSUMO E DESEMPENHO DE NOVILHAS NELORE	82
1. INTRODUÇÃO	84
2. MATERIAL E MÉTODOS	85
3. RESULTADOS	90
4. DISCUSSÃO	92
5. CONCLUSÃO	95
6. REFERÊNCIAS	96

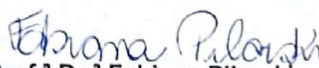
CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado **"Impacto do manejo do pastejo na recria de novilhas com suplementação intensiva sobre o desempenho e parâmetros reprodutivos"**, protocolo nº 013317/19, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Flavio Dutra de Resende, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 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 (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 14 de novembro de 2019.

Vigência do Projeto	18/06/2020 a 30/03/2021
Espécie / Linhagem	Novilhas da raça Nelore
Nº de animais	90
Peso / Idade	170 kg / 7 meses
Sexo	Fêmeas
Origem	Fazenda própria – APTA de Colina

Jaboticabal, 14 de novembro de 2019.


Prof.ª Dr.ª Fabiana Pilarski
Coordenadora – CEUA

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias
Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n CEP 14884-900 - Jaboticabal/ SP - Brasil
tel 16 3209 7100 www.fcav.unesp.br

CERTIFICADO Nº 0003/2020 - CEUA

Certificamos que o projeto apresentado dia 24 de agosto de 2020 intitulado: “EFEITO DO TEMPO DE CONFINAMENTO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E PARÂMETROS SANGÜÍNEOS DE NOVILHAS NELORE RECRIADAS INTENSIVAMENTE” registrado com o **Protocolo nº 0003/2020**, 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	01/05/2021 à 31/08/2021
Espécie/linhagem e/ou raça	Bovinos Nelore
Nº de animais	54
Sexo	F
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

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 dos Agronegócios

IMPACTO DA OFERTA DE FORRA GEM NA RECRIA DE NOVILHAS NELORE DESTINADAS A REPOSIÇÃO E TEMPO DE CONFINAMENTO DAS FÊMEAS VAZIAS

RESUMO GERAL: O estudo do manejo do pasto associado ao uso de alta suplementação [10 g/kg do peso corporal (PC)] é uma estratégia para reduzir a idade à reprodução de novilhas Nelore destinadas à reposição. Além disso, como forma de aproveitar as novilhas vazias oriundas desse sistema, o estudo do tempo de confinamento (TC) se faz necessário para o entendimento da dinâmica de deposição de carcaça e avaliação da eficiência alimentar desses animais. Nesse sentido foi realizado dois experimentos. No primeiro experimento (Exp. 1) foi avaliado o efeito de duas ofertas de forragem (OF; alta e baixa; AOF e BOF, respectivamente) sobre a estrutura do dossel, valor nutritivo da forragem, consumo de suplemento, desempenho, características de carcaça e índices reprodutivos durante a recria de novilhas Nelore recém desmamadas (7 ± 1 meses de idade), recebendo alta suplementação em pasto de capim-marandu [*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R.D. Webster [syn. *Urochloa brizantha* Stapf cv. Marandu]], sob lotação contínua, desafiadas à reprodução aos 14 meses de idade (protocolo de inseminação em tempo fixo). No segundo experimento (Exp. 2), avaliou-se o efeito de três TC (45, 75 e 105 dias) sobre o desempenho, características de carcaça, consumo e eficiência alimentar de novilhas Nelore vazias (16 ± 1 meses de idade), oriundas do Exp 1. No Exp. 1 observou-se que a manipulação da estrutura do dossel em duas OF afetou as características estruturais e nutricionais do pasto, sendo que o tratamento de AOF apresentou maior altura ($P < 0,01$), maior proporção de colmo verde ($P < 0,01$), menor proporção de folha verde ($P = 0,080$), menor teor de proteína bruta (PB; $P < 0,01$) e menor relação PB:digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS; $P < 0,01$) em comparação ao tratamento de BOF. Não foi observado efeito das OF no consumo de suplemento ($P = 0,117$), mas maior ganho médio diário (GMD; $P < 0,01$) foi observado nas novilhas do tratamento de AOF. Maior taxa de lotação ($P < 0,01$) e ganho por área ($P = 0,035$) foi dectado no tratamento da BOF. No entanto, maiores quantidades de suplemento foram ofertadas por hectare ($P = 0,016$) no tratamento da BOF. Em relação às medidas feitas por ultrassonografia da carcaça, os animais mantidos na AOF tiveram maior área de olho de lombo (AOL; $P = 0,001$), maior espessura de gordura subcutânea (EGS; $P = 0,001$) e na picanha (EGP8; $P = 0,004$) em relação ao tratamento de BOF. Desse modo, as novilhas da AOF chegaram mais pesadas ($P = 0,004$) e com maior EGS no momento da inseminação. Assim, maior taxa de ciclicidade ($P = 0,052$) e proporção de novilhas púberes que ficaram gestantes ($P = 0,007$) foram observadas na AOF; entretanto não foi dectado diferença na taxa de prenhez geral ($P = 0,223$) e na taxa de perda de gestação ($P = 0,221$) entre os tratamentos. No Exp. 2, o PC e o peso da carcaça quente aumentaram linearmente ($P < 0,001$) com os TC estudados. Além disso, o consumo de matéria seca, a EGS e a AOL aumentaram ao longo do TC (efeito linear; $P < 0,01$). Os ganhos de AOL ($P = 0,814$) e EGS ($P = 0,402$) foram similares entre os TC, mas o ganho de gordura na P8 aumentou (efeito quadrático; $P = 0,007$). Os TC não afetaram o GMD ($P = 0,807$), ganho de carcaça ($P = 0,38$) e eficiência alimentar de carcaça ($P = 0,840$). O ganho total de carcaça (efeito linear; $P < 0,01$) aumentou ao longo do TC. Como conclusão do Exp. 1, os critérios de manejo do pastejo afetaram as características estruturais e

nutricionais do pasto, sendo que melhor desempenho e características de carcaça foram obtidas em animais mantidos na AOF; no entanto ambos os tratamentos foram similares no desempenho reprodutivo de novilhas Nelore destinadas à reprodução aos 14 meses. Em relação ao TC no Exp. 2, conclui-se que novilhas Nelore jovens que receberam suplementação intensiva durante a recria não reduziram o desempenho e a eficiência alimentar até 105 dias de confinamento, aumentando o peso e rendimento de carcaça no abate.

Palavras chaves: *Bos indicus*; novilhas de reposição; oferta de forragem; reprodução; tempo de confinamento.

EFFECTS OF FORAGE ALLOWANCE DURING GROWING PHASE OF HEIFERS FOR BREEDING AND FEEDLOT TIME OF EMPTY HEIFERS

GENERAL ABSTRACT: The study of pasture management associated with high supplementation [10 g/kg of body weight (BW)] is a strategy to reduce the age at breeding replacement Nellore heifers. Furthermore, to take advantage of the non-pregnant heifers (empty heifers) from this system, the feedlot time (FT) study is necessary to understand the carcass deposition and evaluate the feed efficiency of these animals. In this way, two experiments were carried out. In the first experiment (Exp. 1), the effect of two forage allowance (high and low forage allowance (FA); HFA and LFA, respectively) on canopy structure, forage nutritive value, supplement intake, performance, carcass characteristics and reproductive performance during the growing phase of weaned Nellore heifers (7 ± 1 months of age) receiving high supplementation on marandu grass pasture {*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) RD Webster [syn. *Urochloa brizantha* Stapf cv. Marandu]}, under continuous stocking, submitted to the breeding season at 14 months of age. In the second experiment (Exp. 2), the effect of three FT (45, 75 and 105 days) was evaluated on performance, carcass characteristics, intake, and feed efficiency of non-pregnant Nellore heifers (16 ± 1 months of age), from Exp 1. In Exp. 1, it was observed that the management of the canopy structure in two forage allowances affected the structural and nutritional characteristics of the pasture. The HFA treatment provided greater height ($P < 0.01$), a greater proportion of green stem ($P < 0.01$), a lower proportion of green leaves ($P = 0.080$), lower crude protein content (CP; $P < 0.01$) and lower CP:*in vitro* dry matter digestibility ratio (IVDDM; $P < 0.01$) compared to LFA treatment. There was no effect of forage allowance on supplement intake ($P = 0.117$), but greater average daily gain ($P < 0.01$) was observed in animals fed HFA. Higher stocking rate ($P < 0.01$) and gain per area ($P = 0.035$) were observed in the treatment of LFA. However, greater amounts of the supplement were offered per hectare ($P = 0.016$) in the same system. Regarding the measurements using ultrasound, the animals kept in the HFA had greater rib eye area (REA; $P = 0.001$), greater back fat thickness (BFT; $P = 0.001$) and rump fat (RF; $P = 0.004$) compared to animals in LFA treatment. Thus, heifers fed HFA had heavier ($P = 0.004$) and greater BFT during breeding. Thus, a higher cyclicity rate ($P = 0.052$) and proportion of pubertal heifers that became pregnant ($P = 0.043$) were observed in the HFA; however, differences in overall pregnancy rate ($P = 0.223$) and overall pregnancy loss rate ($P = 0.221$) among treatments were not detected. In Exp 2, BW and hot carcass weight increased linearly ($P < 0.001$). In addition, dry matter intake, BFT and REA increased over FT (linear effect; $P < 0.01$). The REA ($P = 0.814$) and BFT ($P = 0.402$) gains were similar among FT, but the rump fat gain increased (quadratic effect; $P = 0.007$). Feedlot time did not affect average daily gain ($P = 0.807$), carcass gain ($P = 0.38$) and carcass feed efficiency ($P = 0.840$). The total carcass gain (linear effect; $P < 0.01$) increased with FT. In conclusion, in Exp. 1, grazing management affected the structural and nutritional characteristics of the pasture, obtained better performance and carcass characteristics of heifers in the HFA treatment; however, both treatments were similar in the reproductive performance of breeding Nellore heifers at 14 months. Regarding FT in Exp. 2, it is concluded that Nellore heifers that received high supplementation during the growing phase did not

reduce performance and feed efficiency until 105 days of confinement, increasing weight and carcass yield at slaughter.

Keywords: *Bos indicus*; feedlot time; forage allowance; reproduction; replacement heifers

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho bovino comercial e é um dos maiores produtores e exportadores mundiais de carne bovina (IBGE, 2018). O sistema de produção brasileiro se baseia principalmente na utilização de forrageiras do gênero *Brachiaria* (Jank et al., 2014) como fonte basal de nutrientes. A não utilização de tecnologias (manejo do pasto e baixos investimentos em recursos suplementares) leva esse sistema a ter produtividade e índices econômicos baixos (Martha et al., 2012), fazendo com que a pecuária brasileira perca a competitividade mundial. Assim, para contornar esse cenário, torna-se necessário o uso de tecnologias que venha de encontro com os objetivos de sistemas intensivos, cuja a meta é obter maior produção em menor espaço e tempo utilizando eficientemente os recursos disponíveis com o menor nível de poluição ambiental possível (Cardoso et al., 2016).

A demanda de carne está crescendo em todo o mundo (McAlpine et al., 2009) estimulando o aumento da produção. Projeções apontam que até 2028 a produção de carne em toneladas equivalente de carcaça produzidas pelo Brasil corresponderá a 23% do total das exportações mundiais (USDA, 2019). Desse modo, frente a redução das margens e rentabilidade da pecuária brasileira observada nos últimos anos (Nogueira, 2018) e, a necessidade de atender essa demanda por produtos cárneos, os produtores brasileiros necessitam aumentar a taxa de desfrute do rebanho através da redução da idade média de abate dos animais. No entanto, essa redução faz com que os índices reprodutivos (aumento da taxa de prenhez e redução da idade ao primeiro parto) sejam melhorados para suprir à quantidade de animais que serão recriados e terminados anualmente.

Pesquisas foram desenvolvidas buscando entender os efeitos da raça, grupo genético, efeitos maternos (nutrição fetal), programas nutricionais durante a fase de recria, utilização de protocolos de inseminação artificial, tipo e nível de suplementação dentre outros, sobre idade à puberdade e reprodução desses animais (Baruselli et al., 2018; Cappellozza et al., 2014; Ciccioli et al., 2005; Cooke et al., 2008; Day; Nogueira, 2013; Machado et al., 2019; Moriel et al., 2012, 2017, 2020; Perry, 2016; Reis et al.,

2015). Entretanto, a literatura ainda possui poucos trabalhos com fêmeas Nelore recebendo alta suplementação em pastagem tropicais e os efeitos sobre a produção e reprodução de novilhas zebuína exposta ao protocolo de reprodução aos 14 meses de idade. Portanto, estratégias nutricionais para fêmeas são necessárias para antecipar a idade ao primeiro parto. Além disso, aquelas novilhas que não ficarem gestantes precisam ser destinadas à terminação para serem abatidas antes dos 24 meses de idade, como forma de aumentar a rentabilidade do sistema de produção, uma vez que, reduz o número de animais improdutivos no sistema. Dessa forma, a venda desse animal para abate ajuda a pagar os custos de produção durante a fase de recria.

Com base no exposto, os objetivos da dissertação foram: Avaliar os efeitos do manejo do pasto em duas OF sobre a estrutura do dossel, valor nutritivo da forragem, consumo de suplemento, desempenho, características de carcaça e índices reprodutivos de novilhas Nelore submetidas à inseminação artificial em tempo fixo (IATF) aos 14 ± 1 meses de idade e; avaliar o efeito do TC sobre o desempenho, características de carcaça, consumo e eficiência alimentar de novilhas Nelore jovens.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. *Desafios de emprenhar novilhas aos 14 meses*

Existem desafios para emprenhar novilhas aos 14 meses no Brasil, que já se inicia quando o animal é desmamado com baixo peso no desmame e pelo fato dele se deparar, no pós-desmame, com um cenário de pasto deficiente em quantidade e baixo valor nutricional na maioria das fazendas brasileiras. Tal fato é devido a estação de parição ocorrer entre os meses de setembro a novembro [considerando 3 meses de estação de monta (novembro, dezembro e janeiro)] e o desmame de abril a junho (7 meses) o qual devido à existência da estacionalidade de produção de forragem, predominante no Brasil central (Estados de Minas gerais, Norte de São Paulo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Distrito Federal, Tocantins e Rondônia), o pasto reduz sua quantidade e qualidade.

A produção de forragem está diretamente relacionada às condições climáticas (temperatura, luminosidade e volume de chuva) e fatores relacionados a fertilidade do solo (Pedreira et al., 2009; Figura 2).

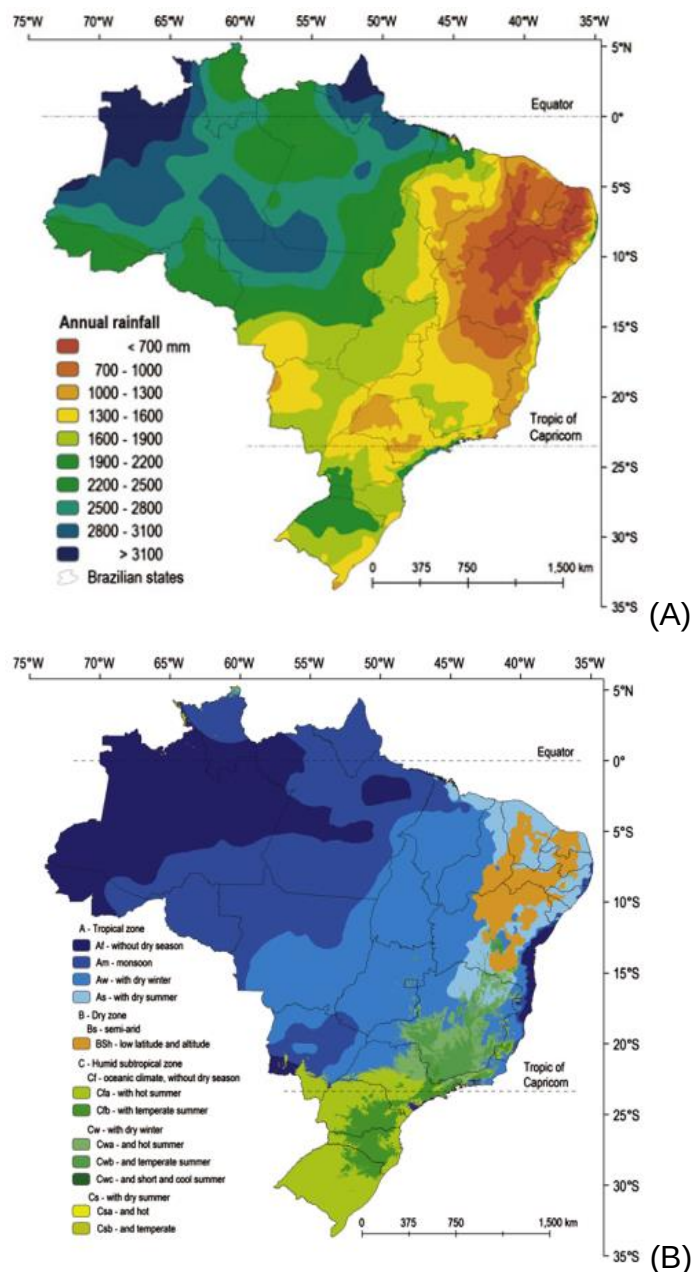


Figura 2: Total de chuva anual (Figura 2A) e classificação do clima (Figura 2B) no Brasil de acordo com os critérios da classificação de Köppen. Fonte: Alvares et al. (2013).

Observar-se na Figura 2B que existe uma predominância dos climas classificados como Aw (Inverno seco) e Cwa (inverno seco e verão quente) nas regiões centrais do Brasil estendendo para os Estado do Maranhão e Piauí. Devido ao aspecto relacionado as condições climáticas, esforços são feitos no

desenvolvimento de modelos matemáticos que auxiliem na estimativa do acúmulo e produção de forragem os quais podem ser utilizados no planejamento forrageiro de uma propriedade, evitando eventuais problemas relacionados à falta de alimento basal (Andrade et al., 2016).

Para exemplificar a sazonalidade de produção de forragem (Figura 3), coletou-se dados de temperatura mínima (Tmin) mensal de janeiro de 2000 à dezembro de 2020 do bando de dados do INMET (INMET, 2021) da cidade de Lavras - MG, Viçosa - MG, Cuiaba - MS, Cáceres - MS, Goiânia - GO, Rio Verde - GO, Campo Grande - MT e Colina -SP para estimar a taxa de acúmulo (TA, KgMS/ha/dia) da forrageira *Urochloa brizantha* cv. Marandu com base no modelo proposto por Da Cruz et al. (2011) onde a $TA = 11,93 \times T_{min} - 134,95$ ($R^2 = 0,73$, RQMR= 18,45).

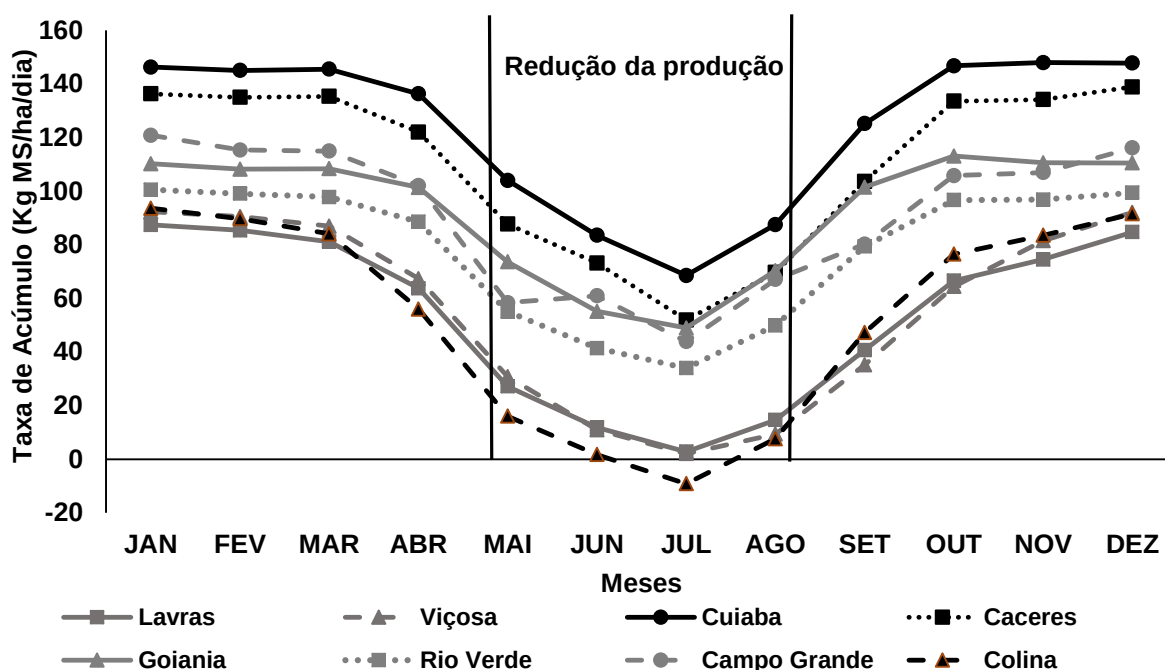


Figura 3: Estimativa da taxa de acúmulo da forrageira *Urochloa brizantha* cv. Marandu com base em informações de dados climáticos históricos da Tmin mensal em algumas cidades do Brasil ($Taxa\ de\ Acúmulo = 11,93 \times T_{min} - 134,95$ ($R^2 = 0,73$, RQMR= 18,45); Da Cruz et al., 2011).

Na maioria das cidades, representadas na Figura 3, a taxa de acúmulo reduz nos meses de maio a agosto, coincidindo com o período de desmame como explicado

anteriormente. Aqui é importante destacar que o modelo utilizado traz consigo algumas deficiências na estimativa da produção de forragem uma vez que não considera na modelagem informações de balanço hídrico e tempo de luz diário. Porém, podemos observar que, em algumas cidades, mesmo durante o período de estiagem (falta de chuva, redução das horas de luz e temperatura) característico, existe ainda alta produção de forragem, devido ao fato da temperatura mínima mensal ser mais elevada nesses locais. Entretanto, o que se buscou ilustrar é somente o fato da sazonalidade de produção de forragem em algumas regiões brasileiras.

Outra situação importante a ser destacada, e já mencionada, é a existência da variação do valor nutritivo da forragem. Como podemos ver na Figura 4, o teor de fibra em detergente neutro (FDN) da *Urochloa brizantha* cv. Marandu durante o período de menor produção de forragem (período seco) aumenta e os valores de proteína bruta (PB) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) reduz (Homem et al., 2021a). Os mesmos autores avaliaram a composição nutricional do pasto durante dois anos, onde os pastos foram mantidos sobre o mesmo critério de manejo do pastejo, sendo realizadas avaliações em um intervalo de 28 dias. Tal fato é importante para entendermos os efeitos do manejo do pasto sobre as características estruturais do dossel e valor nutritivo da planta forrageira, além das suas relações com a produção animal (efeito sobre o consumo e desempenho).

Detmann et al. (2014) propuseram o uso da relação proteína:energia para a compreensão dos efeitos metabólicos da proteína na ingestão, porque esse é um indicador confiável da adequação metabólica do animal. Desse modo, podemos usar a relação PB:DIVMS como indicador do status de proteína e energia do alimento de modo que possamos entender o desempenho do animal frente a condição da sua dieta basal. Assim, Homem et al. (2021a) demonstraram que animais que recebem dietas com baixo extrato etéreo (animais exclusivos em pastejo) a DIVMS foi semelhante a digestibilidade da matéria orgânica (DOM). Segundo Detmann et al. (2014), o desempenho do animal é limitado com uma dieta com menos de 150 g/kg de CP:DOM devido à falta de nitrogênio para os microrganismos ruminais, onde se considerarmos a DIVMS semelhante ao DOM em dietas com baixo extrato etéreo, Homem et al. (2021a) observaram que ao longo de todo período experimental a relação PB:DIVMS (Figura 5) ficou entre a faixa de 84 à 188 g/kg em pastos de

Urochloa brizantha cv. Marandu mantidos à 25cm de altura de manejo do dossel sobre lotação contínua e taxa de lotação variável. Essa informação é importante uma vez que esses dados mostram, de certa forma, o comportamento e variação da composição do pasto ao longo do ano. Assim, podemos observar que maior parte do tempo o desempenho animal foi limitado devido à falta de um balanço adequado entre PB:DIVMS, uma vez que o autor manteve os pastos sobre a mesma estrutura do dossel (Homem et al., 2021b). Assim, a avaliação do fator qualitativo da dieta ajuda a compreender o desempenho animal. Esse fato, faz com que tecnologias e ferramentas como manejo do pasto e suplementação sejam utilizadas concomitantemente pelos produtores para suprir as exigências dos animais (Cappelozza et al., 2014; Schillo et al., 1992), principalmente em sistemas cuja a meta de ganho médio diário de peso é da ordem de 0,5 a 0,7 kg/dia durante o período de baixa qualidade da forragem, como é o caso da produção de novilhas precoces destinadas a reprodução aos 14 meses de idade (Engelken, 2008; Ferrell, 1982 citado por D'occhio; Baruselli; Campanile, 2019).

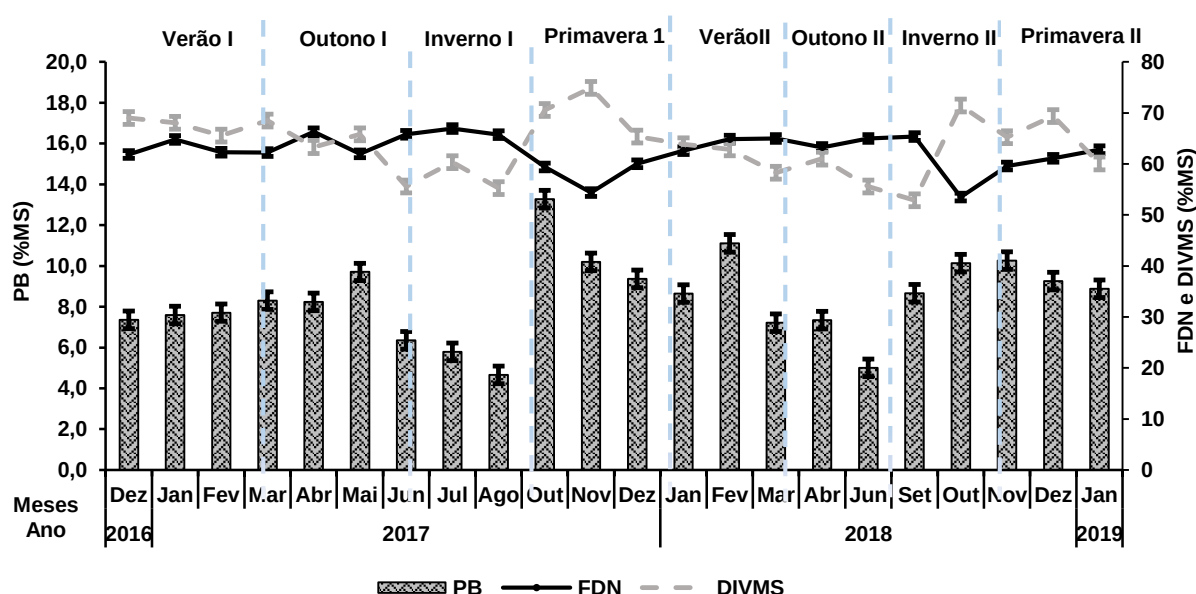


Figura 4: Composição bromatológica de amostras de pastejo simulado de pastos de *Urochloa brizantha* cv. Marandu mantidos à 25 cm de altura do dossel em sistema de lotação contínua e taxa de lotação variável Fonte: Adaptado de Homem et al. (2021a)

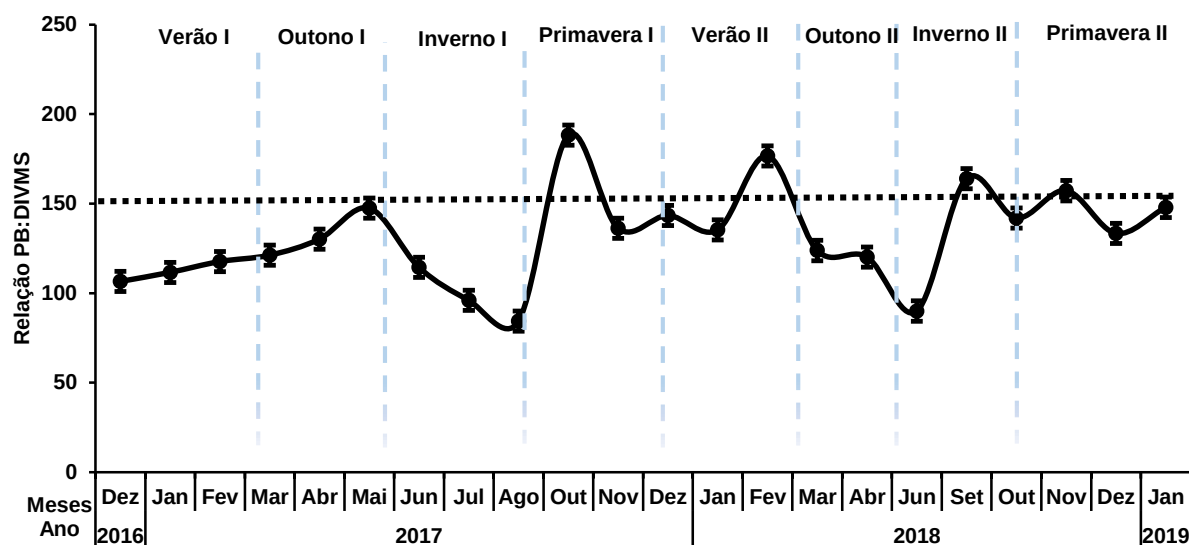


Figura 5: Relação PB:DIVMS de amostras de pastejo simulado de pastos de *Urochloa brizantha* cv. Marandu mantidos à 25 cm de altura do dossel em sistema de lotação contínua e taxa de lotação variável. Fonte: Adaptado de Homem et al. (2021a)

Nos EUA, a meta de emprenhar novilhas aos 14 meses já é uma realidade nas fazendas, enquanto que no Brasil a primeira ovulação da novilha ocorre por volta dos 22 a 26 meses de idade e a primeira cria aos 32 à 36 meses (Rodriguez, 2017). No Brasil, isso ocorre principalmente pela falta de uma nutrição adequada para que esses animais entrem em reprodução aos 14 meses e também pelo fato da precocidade sexual do animal zebuino ser mais tardia quando comparado à animais taurinos (Nogueira, 2004). Desse modo, para se ter eficiência na produção de novilhas precoces destinadas à reprodução com essa idade é importante ter conhecimento dos aspectos citados anteriormente, para tomar decisões concretas sobre a escolha do nível e da composição do suplemento que atenda os requerimentos de nutrientes dos animais, de modo que a meta de ganho de peso estabelecida e o objetivo de emprenhar essas novilhas aos 14 meses sejam atendidas.

2.2. Manejo do pasto e suplementação

A área total de pastagens no Brasil é de 159 milhões de hectares em 2017 (IBGE, 2017). Estima-se que aproximadamente 135 milhões de hectare sejam cultivadas pelo gênero *Urochloa*, sendo que 50% dessa área é plantada com a

Urochloa brizantha cv. Marandu (Jank et al., 2014). Fato esse que justifica pesquisas que buscam formas para melhorar a produção e utilização do recurso basal como alimento para ruminantes.

O começo do entendimento da influência da desfolhação no comportamento de crescimento da planta ocorreu no início do século XX (Silva e Nascimento Júnior, 2007), sendo que, em 1947, foi desenvolvido o conceito de índice de área foliar (IAF, Watson, 1947). Marco importante para a evolução do manejo do pastejo, uma vez que foi demonstrado por diversas pesquisas, a importância do IAF para a compreensão das relações entre a interceptação luminosa pelo dossel e o acúmulo de forragem. Além disso foi demonstrado também, a interação entre frequência e intensidade de desfolhação nos estudos sobre produção e manejo de plantas forrageiras (Silva and Nascimento Júnior, 2007).

O uso do IAF proporcionou o entendimento do processo de crescimento, senescência e acúmulo das plantas, além de ser desenvolvido os métodos de manejo do pastejo. Entretanto, foi no trabalho de Chapman e Lemaire (1993) que, ratificou-se a importância do uso da interceptação luminosa e do IAF como fator primordial de manejo do pasto. Além disso, os autores demonstraram que as características estruturais do pasto foram resultado da manifestação combinada de características morfogênicas e estruturais das plantas num determinado ambiente. Desse modo, esse trabalho representou um marco significativo na pesquisa com plantas forrageiras, porque integrou os estudos de morfogênese e ecofisiologia na experimentação, como forma de explicar o funcionamento das plantas, fornecendo a base e o ponto de convergência necessário para a ligação entre as respostas de plantas e animais (interface planta-animal).

A condição de 95% de IL, criada com base em gramíneas de clima temperado, demonstrou potencial de utilização no manejo de gramíneas de clima tropical. No entanto, sua aplicação no campo começou a ser questionada devido ao alto custo do equipamento que realiza as leituras e a necessidade de mão-de-obra especializada para manusear o mesmo. Assim, com intuito de viabilizar o uso da técnica no campo, a condição de 95% de IL foi associada à altura do pasto (Carnevalli et al., 2006; Difante et al., 2009; Euclides et al., 2018; Pedreira et al., 2009), pois observaram que as características estruturais do dossel forrageiro permaneceram

estáveis em ambas situações. Assim, a utilização da altura se estabeleceu como uma técnica fácil e ágil de monitoramento do dossel forrageiro e controle do processo de pastejo em condições de campo. No entanto, além da utilização da altura, outras formas de manejo do pastejo foram utilizadas e estudadas em diversos estudos (controle da taxa de lotação, capacidade suporte e oferta de forragem; Mott, 1960, Hodgson, 1975).

O entendimento do processo de manejo do pastejo é fundamental na busca de uma pecuária mais produtiva, competitiva e eficiente. O manejo do pastejo tem por objetivo a manipulação do processo de remoção da forragem pelo animal e a busca por critérios de manejo que proporciona maior quantidade de folha em relação aos outros componentes morfológicos da planta (Barbosa et al., 2007), uma vez que a folha é a fração da planta forrageira que compõe a maior parte da dieta de animais em pastejo.

O consumo de forragem é o principal fator que afeta o desempenho animal e está intimamente relacionado à oferta de forragem e à estrutura do dossel (Da Silva et al., 2013). Um aumento na oferta de forragem promove, até certo ponto, melhor desempenho individual. No entanto, em maiores ofertas de forragem a taxa de lotação é reduzida, diminuindo a produção por área (Reis et al. 2013). Estudos recentes com gramíneas tropicais têm confirmado que a estratégia de manejo baseada no monitoramento da disponibilidade e controle da altura do pasto gera relações altamente consistentes entre as respostas da planta forrageira e dos animais, o que aumenta o entendimento dos efeitos das variações da estrutura do pasto na produção e persistência das plantas (Barbosa et al., 2007) e no desempenho animal (Casagrande et al., 2011). Alturas de pastejo distintas ou ofertas de forragem, estágios de desenvolvimento e sazonalidade da produção de forragem modificam a estrutura e, conseqüentemente, a qualidade do pasto. Desse modo, estudos que avaliam o consumo e desempenho de animais em pastejo com diferentes ofertas de forragem requerem descrições das disponibilidades e condições estruturais do pasto para a interpretação e comparação dos resultados (Gontijo Neto et al., 2006).

Em situações onde o pasto é mantido sobre o controle da estrutura do dossel por algum tempo, os mesmos podem apresentar acúmulo líquido de forragem semelhantes quando manejados com estruturas contrastantes (Sbrissia et al., 2020,

2018). No entanto, segundo os mesmos autores, isso só ocorre caso sejam respeitadas as demandas mínimas de nutrientes pela planta. Além disso, sabendo das variações das condições climáticas anuais nas regiões do Brasil central, pastos mantidos sobre maior intensidade (menores ofertas) durante o período das chuvas, reduções severas na produção de forragem e animal podem ser observadas durante o período seco. Desse modo, os autores sugerem que devem ser estabelecidos critérios diferentes para cada estação do ano e características do sistema de produção. Sbrissia et al. (2020) trabalharam com quatro alturas de manejo do pastejo (10, 20, 30 e 40 cm de altura do dossel) para o capim Marandu, durante dois anos, verificaram que na estação do verão, outono e final da primavera, as taxas de acúmulo líquida de forragem não foram diferentes entre as alturas de pastejo de 20, 30 e 40 cm. Isso ocorreu devido aos mecanismos homeostáticos das plantas, onde observa-se um aumento da densidade populacional de perfilho e mudança no fluxo de tecidos presente em plantas forrageiras de clima frio (Bircham e Hodgson, 1983) e quente (Sbrissia et al., 2020, 2018, 2010; Sbrissia e Da Silva, 2008). Esse fato é interessante pois possibilita a flexibilização da estratégia de manejo do pastejo dentro de um sistema de produção. Assim, quando pensamos em sistemas intensivos de criação que utilizam alto nível de suplementação para animais mantidos em pastejo, sugere-se que podemos trabalhar com alturas inferiores (aumento da taxa de lotação) sem prejuízos no desempenho dos animais caso não ocorra limitação quantitativa do consumo de forragem. No entanto, deve-se ter conhecimento que os riscos produtivos são maiores quando menores ofertas de forragem (menores alturas e maiores taxas de lotação) são adotadas, sendo que decisões devem ser tomadas sempre pensando na manutenção do sistema em longo prazo.

O efeito do manejo do pastejo com o uso da suplementação é reportada na literatura em diversos trabalhos (Barbero et al., 2020, 2015; Da Silva et al., 2009; De Oliveira et al., 2016; Dórea, 2010; Dórea and Santos, 2015; Mota et al., 2020; Reis et al., 2009). A suplementação dos animais tem por objetivo aumentar o consumo de energia e nutrientes relativo àquele encontrado com dietas exclusivas de forragem (Boval et al., 2014; Santos et al., 2009). De Oliveira et al. (2016) objetivando avaliar o desempenho de novilhas nelore em pastagem de capim marandu manejados com três ofertas de forragem em sistema de lotação contínuo mas taxa de lotação variável

associado com a utilização de mistura mineral ou suplementação de energia e proteína, em um esquema fatorial, verificaram que a suplementação de energia e proteína proporcionou maior ganho médio diário e ganho por área, quando comparado aos animais alimentados apenas com a mistura mineral, nas diferentes ofertas de forragem utilizadas.

Em revisão meta-analítica, Dórea e Santos (2015) realizaram um levantamento de trabalhos científicos para verificar o comportamento do impacto da suplementação sobre o desempenho e consumo total de matéria seca e do consumo de forragem por animais em pastejo. Os autores levaram em consideração variáveis qualitativas do pasto. Assim, eles classificaram os trabalhos em função do teor de PB da planta forrageira em vez das estações do ano [forrageiras com teores menores que 7% de PB foram classificadas como baixa qualidade (FBQ), e acima de 7% de PB foram classificadas como alta qualidade (FAQ)] e exemplificaram as respostas do consumo total e de pasto em função dos níveis de suplemento utilizado nos trabalhos nas duas situações de pastagem (Figuras 6 e 7).

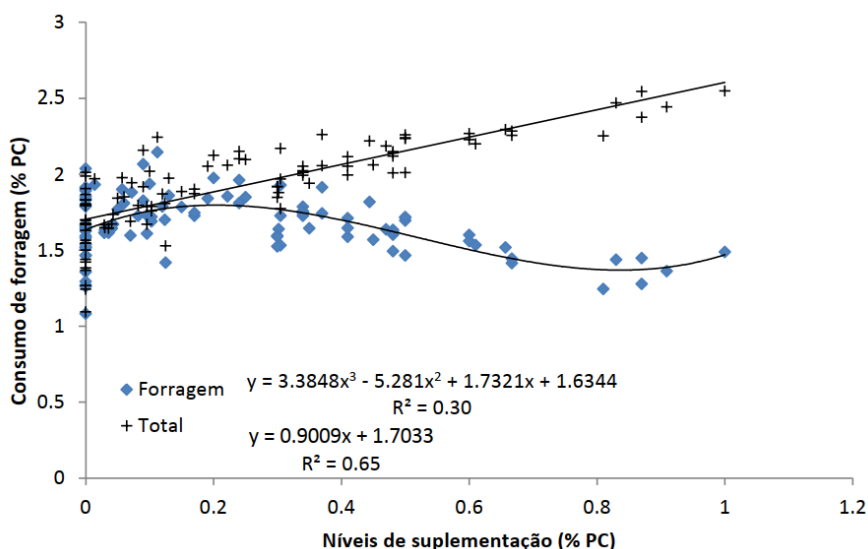


Figura 6: Consumo de forragem ($r^2=0,30$) e total de matéria seca ($r^2=0,65$) em função de níveis de suplementação para animais consumindo forragem de baixa qualidade. Efeito de nível de suplementação, efeito da qualidade da forragem, efeito da interação qualidade da forragem×níveis de suplementação. Fonte: Dórea e Santos (2015).

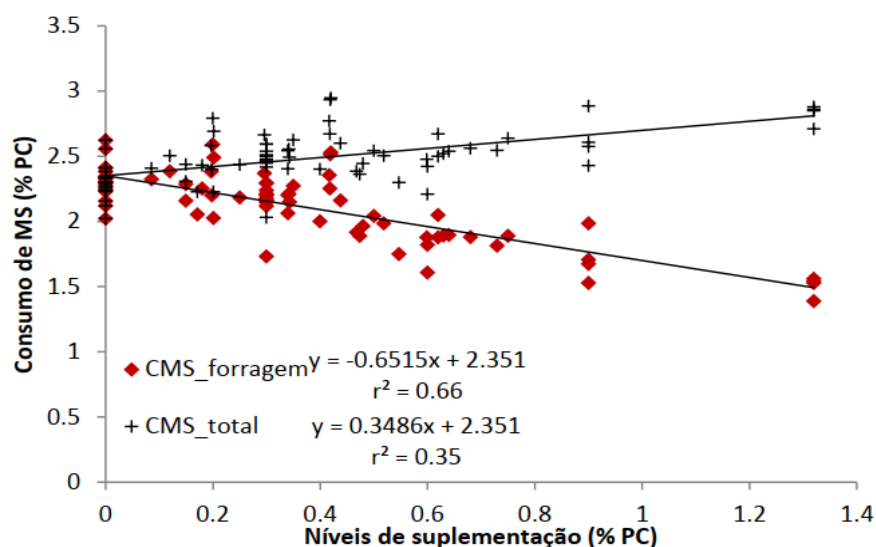


Figura 7: Consumo de forragem ($r^2=0,66$) e total de matéria seca ($r^2=0,35$) em função de níveis de suplementação no período das águas consumindo forragem de alta qualidade. Efeito de nível de suplementação, efeito da qualidade da forragem, efeito da interação qualidade da forragem*níveis de suplementação. Fonte: Dórea e Santos (2015).

Corroborando com os dados anteriores, trabalhos relatam que níveis de suplementação acima de 0,3% do peso corporal dos animais, começa a existir um efeito de substituição do consumo de pasto pelo suplemento (Barbero et al., 2020; Da Silva et al., 2009), sendo esse efeito mais pronunciado com suplementos de natureza energética (Poppi e McLennan, 1995). Desse modo, espera-se um aumento na taxa de lotação do sistema devido ao menor consumo de forragem (Goes et al., 2003; Perry et al., 1972; Reis et al., 2009).

O efeito da substituição dentro do contexto da suplementação intensiva é favorável, pois aumento da taxa de lotação e produtividade do sistema podem ser obtidos caso não ocorra uma drástica redução no desempenho individual dos animais. A resposta do consumo de suplemento em resposta ao manejo do pastejo ainda é pouco reportada na literatura para fêmeas, principalmente em relação às informações sobre efeitos existentes entre o manejo do pastejo com suplementação sobre o desenvolvimento e reprodução de novilhas zebuínas precoces. Desse modo, trabalhos dessa natureza são necessários, principalmente quando os objetivos são

voltados para utilização da forragem e maximização do desempenho de fêmeas Nelore, com ênfase na eficiência reprodutiva.

2.3. Efeitos da nutrição sobre a manifestação da puberdade e alterações hormonais em novilhas

A puberdade em novilhas é definida como a obtenção de um estado de desenvolvimento que suporta a ciclicidade ovariana normal (desenvolvimento folicular e ovulação) e a capacidade de engravidar. Ela é determinada pela maturação do hipotálamo e subsequente ovulação. A ativação do eixo reprodutivo central é um evento importante que precede o início dos ciclos ovarianos em todas as fêmeas mamíferas. À medida que a puberdade se aproxima (Figura 8), ocorre aumento na liberação de GnRH, que é o regulador principal da função reprodutiva. Junto com aumento da liberação de GnRH, ocorre a liberação de LH, que impulsiona a maturação final dos folículos ovarianos e a produção de estrógeno dentro do folículo. A ovulação é o resultado do declínio no feedback negativo do estradiol (estradiol-17 β) sob a liberação do LH durante a fase pré-púbere. Conforme a puberdade se aproxima, o hipotálamo se torna menos sensível ao efeito do feedback negativo de estradiol na secreção de GnRH, o que por sua vez resulta em aumento na frequência de pulsos de LH (Kinder et al., 1995) indicando o início da puberdade.

Essa explicação é válida sobre o início do processo da puberdade e foi inicialmente testada em ratos, mulheres e posteriormente em novilhas de corte (D'Occhio et al., 2019; Divall et al., 2010). Porém, devido a conhecimento do equilíbrio dos sinais positivos e negativos sobre a liberação de GnRH, foi verificado que o aumento na secreção de gonadotrofina ocorre como resultado da maior ação estimulatória dos neurônios do hipotálamo, sem uma mudança na sensibilidade do feedback negativo do estrogênio (Day et al., 1987). Desse modo, autores sugerem que esse maior efeito estimulatório dos neurônios de GnRH pode ocorrer pelo aumento progressivo da concentração de leptina (aumento da deposição de tecido adiposo) em novilhas de corte (D'Occhio et al., 2019). Os efeitos da leptina sobre a reprodução serão reportados no tópico seguinte.

Em relação ao descrito anteriormente, a nutrição exerce maior influência sobre o início da puberdade em novilhas (Bagley, 1993; Engelken, 2008; Perry, 2016;

Wiltbank et al., 1958). A busca pelo entendimento de como os estímulos nutricionais afetam a puberdade e a reprodução de ruminantes tem sido investigada, pois os fatores dietéticos estão envolvidos no controle de diversas atividades do eixo hipotálamo-hipófise-ovariano entre os quais podemos destacar insulina, leptina, GH, IGF-1 assim como proteínas de ligações e metabólitos nutricionais como glicose e ácidos graxos (D'Occhio et al., 2019; Peres et al., 2021) .

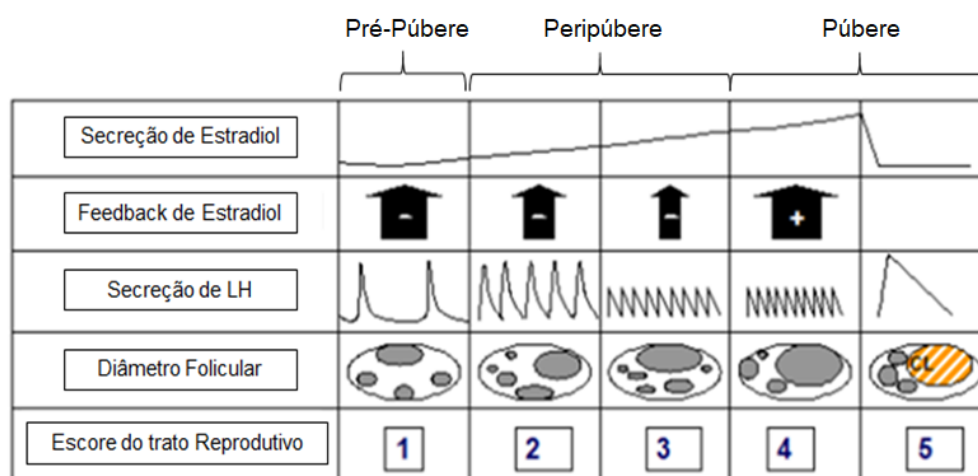


Figura 8: Alterações endócrinas e ovarianas associadas ao início da puberdade em novilha e pontuação do trato reprodutivo associado. Fonte: Adaptado de Day e Anderson, (1998).

A nutrição adequada acelera o crescimento do animal e mudança na composição corporal (principalmente em relação ao tecido adiposo) pode ser observada, de modo que proporcione maior número de novilhas alcançando a puberdade e fertilidade aos 14 meses. O manejo nutricional tem sido objeto de intensa investigação em diversas pesquisas, onde buscam compreender os aspectos relacionados a nutrição com a precocidade reprodutiva de novilhas (Cappellozza et al., 2014; Cooke et al., 2008; Nepomuceno et al., 2016). Desse modo, é necessária a definição de estratégias nutricionais que proporcione melhores resultados produtivos e econômicos com base em características dos sistemas produtivos.

Nepomuceno et al. (2016) avaliaram o impacto de três estratégias de suplementação e suas relações com a idade a puberdade. Para isso, testaram seis tratamentos arranjados em fatorial (2×2×2) sendo eles: Período I - Suplementação

pré-parto com proteína (0,5 kg de farelo de soja / vaca, diariamente) durante o último trimestre de gestação ou sem suplementação; Período II - creep-feeding (22% PB e 72% Nutrientes digestíveis total (NDT) para bezerros por 95 dias antes do desmame ou sem creep-feeding; e Período III - confinamento pós-desmame de 7 a 11 meses de idade (15% PB e 56% NDT) ou sem confinamento (somente pasto). Como conclusão, os autores comentam que a suplementação das vacas e nem a suplementação pré-desmame (creep-feeding) não foram capazes de antecipar a idade à puberdade em novilhas Nelore, mas em contramão a suplementação pós-desmame foi capaz. No entanto, é importante deixar claro que os autores destacam que tanto as estratégias de nutrição pré-parto e pré desmame são capazes de manipular a idade a puberdade de novilhas e trazem outros benefícios relacionados à melhorias nos índices reprodutivos e produtivos das vacas e aumento do peso ao desmame da prole. Além disso, comentam também que possivelmente não foram observado grandes efeitos de ambas as estratégias, devido à pequenas diferenças provocadas por elas sobre o desenvolvimento dos animais, sendo que a estratégia pós desmame foi a que mais impactou na redução da idade à puberdade.

O consumo de energia é tido como fator primário para obter uma adequada função reprodutiva no rebanho (Cappellozza et al., 2014; Ciccioli et al., 2005). A nutrição é capaz de alterar o mecanismo de liberação e produção de hormônios reprodutivos. Ciccioli et al. (2005) mostraram que para atingir a precocidade sexual há necessidade de fornecimento de dietas com maior perfil energético (amido) para novilhas, pois existe um grupo de fatores e hormônios que são regulados pelo nível nutricional como por exemplo Kisspeptina, opioides endógenos, neuropeptídeo Y, leptina, grelina, glicose, insulina e outros que atuam servindo como mensageiros de feedback positivo ou negativo que modulam a secreção de GnRH. Em revisão, D'occhio; Baruselli; Campanile (2019) mostraram a influência da nutrição, condição corporal e status metabólico na reprodução de fêmeas bovinas e exemplificaram de maneira sucinta os efeitos de um status nutricional e metabólico adequado e inadequado sobre a reprodução (Figura 9).

Em relação ao perfil da dieta, trabalhos que modularam a taxa de ganho (alto e baixo ganho) e dieta (cetogênica ou propiônica) verificaram que o grupo de animais que receberam “alto concentrado - alto taxa de ganho de peso (HC-HG)” vs. “alta

forragem - alta taxa de ganho de peso (HF-HG)" a idade à puberdade não foi diferente entre os tratamentos, mas os animais que receberam HC-HG apresentaram mudanças nas respostas hormonais neuroendócrinas e, reduzida expressão de genes do núcleo arqueado de novilhas Brahman × Hereford (F1) (neuropeptídeo Y, receptor de hormônio de crescimento, receptor de hormônio liberador de prolactina dentre outros) (Allen et al., 2017, 2012). Como conclusão, mesmo com a menor expressão de genes do núcleo arqueado de novilhas os autores comentam que a forma mais eficiente de manipulação da puberdade é com o uso de fontes de alimentos que proporcionem aumento na gliconeogênese (dietas propiônicas ricas em amido) mas ainda são necessários mais estudos para o entendimento de como o perfil da dieta afeta a reprodução de novilhas jovens.

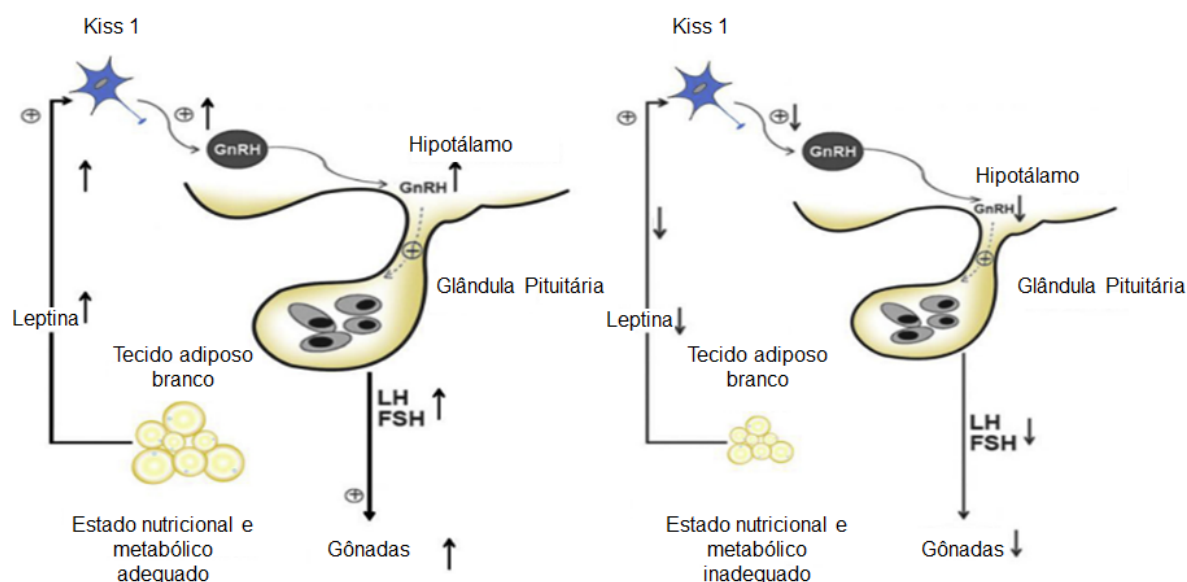


Figura 9: Modelo para o papel dos neurônios kisspeptina e Kiss1 na mediação dos efeitos da leptina sobre a secreção de GnRH. O estado nutricional e metabólico adequado (figura à esquerda), exerce forte sinal da leptina sobre os neurônios Kiss1 e impacto positivo na função reprodutiva. Fonte: Adaptado de Tena-Sempere (2006) citado por D'occhio; Baruselli; Campanile (2019).

2.4. IGF1, insulina e leptina e seus efeitos na reprodução

O fígado e o tecido adiposo são, respectivamente, o órgão e o tecido endócrino que exercem maior influência sobre as funções reprodutivas, onde qualquer alteração

ou conturbação que venha ocorrer pode afetar funções vitais no organismo. Os folículos ovarianos para completar seu crescimento e a maturação, dependem da concentração sanguínea de IGF-1 e insulina (Ginther, 2016), pois o IGF-1 se liga a receptores (IGF1R) e, juntamente com a insulina, são considerados potentes estimuladores da proliferação das células da granulosa e da esteroidogênese em bovinos (Webb et al., 2004).

O tecido adiposo tem correlação positiva com a concentração de leptina no sangue (Kawwass et al., 2015; Keisler et al., 1999; Symonds et al., 2016). Como dito anteriormente, o papel da leptina em bovinos de corte está relacionada à cascata regulatória que liga o equilíbrio de energia ao eixo reprodutivo central (Amstalden et al., 2000) e também o controle do início da puberdade.

Segundo D'occhio; Baruselli; Campanile (2019) a leptina atua através do receptor GPR54 que está presente nos neurônios da kisspeptina (KISS1) no hipotálamo. A Kisspeptina se liga aos neurônios GnRH e estimula a liberação de GnRH. Conforme as novilhas pré-púberes crescem e amadurecem, elas depositam gordura, o que leva a concentrações crescentes de leptina no sangue. A leptina então atinge um limiar e estimula a liberação de kisspeptina suficiente para a maturação puberal dos neurônios GnRH. A via neuronal leptina-kisspeptina-GnRH fornece a explicação endócrina para a hipótese crítica que liga a relação peso e condição corporal (relação gordura-músculo) à puberdade em fêmeas. A liberação de LH após a injeção de kisspeptina foi demonstrada em vacas e novilhas. Em um artigo recente, a leptina demonstrou regular os receptores GnRH nas células gonadotrópicas na glândula pituitária anterior, sugerindo que a leptina pode atuar tanto no cérebro quanto na hipófise (Odle et al., 2018).

Peres et al. (2021), ao avaliarem a concentração de IGF-1, observaram que no dia da inseminação (D0) do protocolo de inseminação artificial em tempo fixo (IATF), novilhas que apresentaram mesmo desempenho e que ficaram gestantes, tiveram concentrações mais altas de IGF-1 no sangue e isso foi correlacionado de maneira positiva e linear com a probabilidade de prenhez (Figura 10). Entretanto, as concentrações séricas de leptina e GH não foram diferentes entre novilhas que engravidaram ou não à IATF, nem influenciaram a probabilidade de gestação à IATF de forma linear, quadrática ou cúbica. Esses resultados indicam que esses hormônios,

pelo menos nas concentrações observadas, podem não desempenhar papéis essenciais no sucesso da gravidez para IATF em novilhas nulíparas *Bos indicus*. Já para fêmeas múltiparas, a concentração de leptina foi diferente entre animais gestantes e não gestantes, sendo que os animais que ficaram gestantes tiveram no D-11 menor concentração de leptina. Entretanto, os autores destacam que poucas pesquisas avaliaram as concentrações de leptina durante o protocolo de IATF e que esses achados ainda são desconhecidos (Peres et al. 2021).

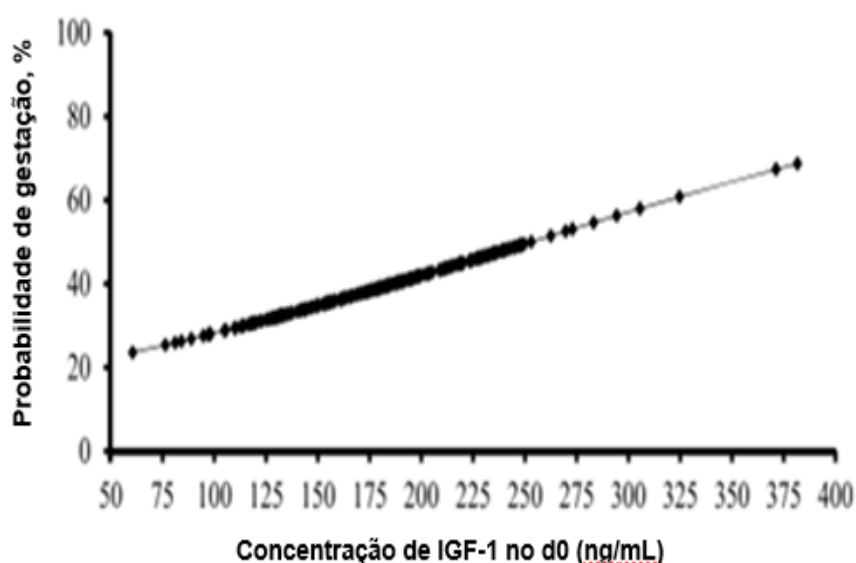


Figura 10: Probabilidade de gestação para inseminação artificial em tempo fixo (IATF) em novilhas de corte nulíparas *Bos indicus* (n = 226) de acordo com as concentrações séricas de fator de crescimento semelhante à insulina I (IGF-I) no dia da inseminação (D0) do experimento. As novilhas foram designadas a um protocolo de indução da puberdade de d -35 a d -23 seguido por uma sincronização de estro e protocolo IATF de d -11 a 0. O estado de prenhez foi verificado pela detecção de um conceito viável com ultrassonografia transretal (transdutor de 5,0 MHz; 500 V, Aloka, Wallingford, CT) no dia 30. Fonte: Peres et al. (2021).

O aumento da glicose plasmática está relacionado ao aumento do aporte de nutrientes ou produção de ácidos graxos de cadeia curta, principalmente o propionato no rúmen) que chegam ao intestino. Fontes de nutrientes que favoreçam a produção de propionato no rúmen leva à antecipação da idade a puberdade de novilhas, pois o propionato está relacionado com o efeito direto sobre os hormônios gonadotróficos,

onde ele é absorvido e convertido em glicose sanguínea. Estratégias nutricionais que proporcionem aumento da gordura corporal e concentrações circulantes de hormônios relacionados a puberdade, como IGF-1 e leptina, podem acelerar a puberdade em novilhas (Cooke et al., 2008; Reis et al., 2015; Williams et al., 2002).

2.5. *Diferenças fisiológicas reprodutivas em fêmeas Bos taurus e Bos indicus.*

Diferenças sobre a fisiologia reprodutiva entre as espécies bovinas são reportadas no trabalho de revisão de Cooke et al. (2020). Nessa revisão, os autores fizeram um copilado de trabalhos que buscam comparar a função ovariana e a concentração de hormônios ligados a reprodução entre *Bos taurus* e *Bos indicus* sobre mesmas condições ambientais e de manejo. Em relação as diferenças entre espécies sobre a função ovariana, observou-se que animais *Bos indicus* tiveram maior proporção de animais que apresentaram três ondas foliculares durante o ciclo estral e que a duração média do ciclo estral não foi diferente entre as espécies (23 dias, variando de 21 à 26; Sartori et al., 2016).

Em relação aos dados apresentados na Tabela 1, podemos observar que bovinos *Bos indicus* apresentam maior contagem de folículos antrais (Alvarez et al., 2000; Batista et al., 2014; Carvalho et al., 2008; Gimenes et al., 2015; Mattos et al., 2011; Sales et al., 2015) . Essa diferença pode estar associada a uma maior circulação do hormônio anti-Mulleriano (AMH) (Baldrighi et al., 2014; Batista et al., 2014) entre as raças *Bos indicus* e *Bos taurus* e também podem estar associadas a maiores concentrações circulantes de insulina e IGF1 em bovinos *Bos indicus* (Alvarez et al., 2000; Sales et al., 2015; Sartori et al., 2013). A seleção do folículo dominante capaz de ovular entre um grupo de folículos antrais é um processo dinâmico, regulado por interações entre gonadotrofinas, fatores de crescimento e substâncias intra-ovarianas (Austin et al., 2001).

Tabela 1: Diferenças fisiológicas reprodutivas entre fêmeas *Bos indicus* e *Bos taurus*.

Características Reprodutivas	<i>B. taurus</i>	<i>B. indicus</i>	Referência
Pontuação do escore do trato reprodutivo (ETR) em novilhas na puberdade	52% ETR $\geq$ 4	25% ETR $\geq$ 4	Locke et al. (2016) Thomas et al. (2017)
Número de pequenos folículos durante a emergência da onda	15 a 33	30 a 60	Carvalho et al. (2008) Gimenes et al. (2009) Bastos et al. (2010)
Diâmetro folicular	8,5 a 9,0 mm	5,0 a 7,0 mm	Ginther et al. (1996) Sartori et al. (2001) Castilho et al. (2007)
Diâmetro do folículo ovulatório	13,9 a 17,1 mm	11,3 a 14,0mm	Sartori et al. (2004) Sartorelli et al. (2005) Mollo et al. (2007)
Diâmetro do corpo lúteo	20,0 a 30,0 mm	17,0 a 21,0 mm	Ginther et al. (1989) Figueiredo et al. (1997) Bastos et al. (2010)
Concentração de estradiol no sangue pré-ovulatório	15pg/mL	17pg/mL	Sartori et al. (2016)
Concentrações de progesterona no sangue no dia 7 do ciclo estral	1,6ng/mL	3,1ng/mL	Sartori et al. (2016)
Duração do comportamento do estro	11 a 21h	10 a 15h	Pinheiro et al. (199) Bo et al. (2003)

Fonte: Cooke et al. (2020).

Em relação aos efeitos da dieta sobre as diferenças fisiológicas reprodutivas entre as espécies, Sartori et al. (2016) verificou que resultados referentes a todas as variáveis relacionadas ao tamanho das estruturas ovarianas, vacas Holandesas (*Bos taurus*) apresentavam maior diâmetro do folículo ovulatório ($14,2 \pm 0,4$ vs. $12,9 \pm 0,4$ mm) e volume do corpo lúteo ($5,2 \pm 0,3$ vs. $3,9 \pm 0,3$ cm³) do que vacas Nelore. Entretanto, vacas Holandesas apresentaram menor pico pré-ovulatório de E2

circulante ($12,5 \pm 1,4$ vs. $16,2 \pm 1,3$ pg / mL), concentrações circulantes de P4 ($1,9 \pm 0,3$ vs. $2,7 \pm 0,3$ ng/mL) e concentrações de insulina circulante ($2,3 \pm 1,9$ vs. $7,6 \pm 1,8$ μ U/mL) no dia 7 do ciclo estral em comparação com vacas Nelore. Quando isolado somente o efeito da dieta independente das diferenças entre espécies foi verificado que o efeito da nutrição sobre as variáveis analisadas foi semelhante entre vacas Nelore e Holandesas. No entanto, no mesmo trabalho os autores tentaram explicar o fato dos animais *Bos indicus* apresentarem menores estruturas ovulatórias e maiores concentrações de esteroides circulantes em comparação com novilhas ou vacas *Bos taurus*. Assim, os mesmos autores conduziram experimentos manipulativos onde as animais foram mantidas sobre a mesma dieta de manutenção e consumo de acordo com as recomendações do NRC sem que ocorresse ganho ou perda de peso. Desse modo, propuseram que possivelmente ocorreu um maior metabolismo de esteroides no fígado em animais *Bos taurus*, sendo esse efeito inerente à espécie e não consequência do maior consumo de ração, uma vez que o metabolismo de hormônios esteroides está correlacionado com o consumo de matéria seca (Sangsritavong et al., 2002; Vasconcelos et al., 2003). Desse modo, animais *Bos indicus* tem menor metabolismo de esteroides no fígado e maior produção de esteroides pelos ovários do que *Bos taurus*, ao qual pode estar associada a maior circulação de insulina e IGF1 em *Bos indicus*. Na Figura 7, está representado de maneira sucinta os fenômenos que envolvem a produção e metabolismo de hormônios esteroides bem como a expressão ou inibição de genes envolvidos no processo.

idade de abate dos animais. Produtores no Brasil têm adotado estratégias para terminação de novilhas em confinamento devido à sua capacidade de atingir o peso de abate em um período relativamente curto de tempo (20 - 24 meses de idade, Lage et al., 2012). A redução da idade de abate aumenta a demanda por animais, sendo necessário a redução do tempo gasto durante a fase de recria. Assim, adoção de estratégias alimentares que aumentam o aporte de nutrientes para a obtenção de maior desempenho durante essa fase são necessárias, principalmente em sistemas que objetivam manipular a reprodução de forma precoce aos 14 meses de idade (Cappelozza et al., 2014; Moriel et al., 2020).

Os objetivos do sistema de desenvolvimento de novilhas para reposição incluem o aumento da porcentagem de novilhas que atingem a puberdade antes do início da época de reprodução e a busca por estratégias alimentares que reduzam os custos dos insumos utilizados durante a fase de desenvolvimento. A quantidade de suplemento ofertada durante essa fase representa o maior custo de produção de novilhas de reposição pelos produtores (Springman et al., 2017). Assim, novilhas de corte devem ser manejadas para atingir a puberdade precoce, conceber no início da primeira temporada de reprodução, parir e entrar em reprodução rapidamente para ter seu segundo bezerro (Funston e Deutscher, 2004; Patterson et al., 1992; Summers et al., 2014; Wiltbank et al., 1966). Entretanto, novilhas oriundas desse sistema que não ficam gestantes, podem ser um componente chave para sistemas de produção de carne.

O abate de novilhas com menos de 24 meses em 1997 representava 4,04% do total de animais abatidos anualmente no Brasil, sendo que em 2020 o abate passou a representar 10,6% (<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1092#resultado>). Fêmeas depositam gordura na carcaça mais cedo e produzem um padrão de carcaça de melhor qualidade quando comparado com machos inteiros e machos castrados (Moss et al. 2013, Reddy et al., 2015). No entanto, o mercado de carnes no Brasil ainda não possui o real conhecimento da qualidade da carne de novilhas, sendo que o preço pago ao produtor pelo sistema de comercialização desvaloriza a carcaça da novilhas no abate, onde o preço pago é 90% ou menos do preço da arroba do macho (Andreotti et al., 2015). Tal fato se deve principalmente pelo peso e características da carcaça obtidos desses animais com menos de 24 meses (Andreotti et al., 2015; Do Prado et

al., 2003; Marques et al., 2010). Desse modo, o programa de bonificação de carcaça de bovinos do frigorífico JBS no Brasil (programa “Farol da Qualidade”) penaliza carcaças de novilhas com menos de 195kg e menos de 3mm de gordura subcutânea (JBS, 2018).

O aumento no peso de carcaça melhora a relação benefício:custo devido a diluição dos altos custos da reposição [aquisição de animais e o ágio, Missio et al. (2009)], proporcionando assim vantagens que beneficiam tanto o pecuarista como a indústria. O aumento no peso da carcaça está diretamente relacionada aos tempo de permanência no confinamento (Arboitte et al., 2004; Da Costa et al., 2002; Short et al., 1999; Zinn; Durham; Hedrick, 1970). Efeito do TC sobre as características de carcaça e desempenho de novilhas foi reportado na literatura na década de 70 para animais taurinos (Zinn; Durham; Hedrick, 1970) e esses estudos auxiliam no entendimento sobre a dinâmica de deposição de tecidos e desenvolvimento de órgãos (Owens et al., 1995; Owens; Dubeski; Hanson, 1993), possibilitando a obtenção da eficiência de conversão de alimento em carcaça ao longo do processo de terminação (Yambayamba; Price; Jones, 1996).

Com o aumento no peso de abate observa-se redução no desempenho animal (Arboitte et al., 2004; Da Costa et al., 2002). Fato que prejudica diretamente a eficiência de conversão de alimento em carcaça pelos animais ao longo do tempo de confinamento, pois no momento em que o animal se aproxima do peso à maturidade, a porcentagem de músculo depositado por quilo de ganho diminui, enquanto a proporção de gordura aumenta (Luchiari Filho, 2000), resultando no aumento da exigência de energia para ganho (Aberle, 1975), pois a deposição de tecido adiposo é menos eficiente por unidade de massa do que a de tecido muscular.

O mercado brasileiro exige o mínimo de cobertura de gordura (3mm) e não remunera nenhum adicional na carcaça com mais gordura e marmoreio caso o animal não se enquadre dentro de um programa de bonificação vigente no frigorífico. Assim, observa-se a adoção de menores tempos de confinamentos do Brasil (Pinto; Millen, 2018). A eficiência é uma característica afetada por fatores como idade, tamanho, sexo, composição corporal e taxa de ganho empregado durante a fase de recria (Short et al., 1999). Portanto, o peso de abate pode variar dependendo do sistema de acabamento, grupo genético, região geográfica e a demanda do mercado (Kazama et

al., 2008; Rotta et al., 2009). Trabalhos que buscam o entendimento dos efeitos de diferentes tempos de confinamento para novilhas zebuínas que receberam alto nível de suplementação durante a recria em pastagem tropicais são necessários para melhor apreciação e consideração comercial do peso e tempo ideal para abate, uma vez que influencias sobre a deposição de tecidos foram observadas durante a fase de terminação em animais que foram suplementados durante a recria (Mota et al., 2020; Roth et al., 2017).

3. REFERÊNCIAS

- Aberle ED; Forrest JC; Gerrard DE; Mills EW (1975) **Principles of meat science**. 4th ed. Kendall/Hunt Publ. Co., Dubuque, IA. 354p.
- Allen CC, Alves BRC, Li X, Tedeschi LO, Zhou H, Paschal JC, Riggs PK, Braga-Neto UM, Keisler DH, Williams GL, Amstalden M (2012) Gene expression in the arcuate nucleus of heifers is affected by controlled intake of high- and low-concentrate diets. **Journal of Animal Science** 90: 2222–2232.
- Allen CC, Tedeschi LO, Keisler DH, Cardoso RC, Alves BRC, Amstalden M, Williams GL (2017) Interaction of dietary energy source and body weight gain during the juvenile period on metabolic endocrine status and age at puberty in beef heifers. **Journal of Animal Science** 95: 2080–2088.
- Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, De Moraes Gonçalves JL, Sparovek G (2013) Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift** 22: 711–728.
- Alvarez P, Spicer LJ, Chase CC, Payton ME, Hamilton TD, Stewart RE, Hammond AC, Olson TA, Wettemann RP (2000) Ovarian and endocrine characteristics during an estrous cycle in Angus, Brahman, and Senepol cows in a subtropical environment. **Journal of Animal Science** 78: 1291–1302.
- Amstalden M, Garcia MR, Williams SW, Stanko RL, Nizielski SE, Morrison CD, Keisler DH, Williams GL (2000) Leptin gene expression, circulating leptin, and luteinizing hormone pulsatility are acutely responsive to short-term fasting in prepubertal heifers: Relationships z to circulating insulin and insulin-like growth factor I. **Biology of Reproduction** 63: 127–133.

- Andrade AS, Santos PM, Pezzopane JRM, de Araujo LC, Pedreira BC, Pedreira CGS, Marin FR, Lara MAS (2016). Simulating tropical forage growth and biomass accumulation: An overview of model development and application. **Grass and Forage Science** 71: 54–65.
- Andreotti CC, Gusman JAP, Ramos TR, Barcellos VC, Guerrero A, do Prado IN (2015) Slaughter weight did not alter carcass characteristics and meat quality of crossbred heifers supplemented and finished in a pasture system. **Acta Scientiarum Animal Science** 37: 173–179.
- Arboitte MZ, Restle J, Filho DCA, Brondani IL, Da Silva JHS, Nörnberg JL, Kuss F (2004) Desempenho em confinamento de novilhos 5/8 Nelore - 3/8 Charolês abatidos em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira Zootecnia** 33: 947–958.
- Austin EJ, Mihm M, Evans ACO, Knight PG, Ireland JLH, Ireland JJ, Roche JF (2001) Alterations in intrafollicular regulatory factors and apoptosis during selection of follicles in the first follicular wave of the bovine estrous cycle. **Biology of Reproduction** 64: 839–848.
- Bagley CP (1993) Nutritional management of replacement beef heifers: a review. **Journal of Animal Science** 71, 3155–3163.
- Baldrighi J, Sá Filho MF, Batista EOS, Lopes RNVR, Visintin JA, Baruselli PS, Assumpção MEOA (2014) Anti-Mullerian hormone concentration and antral ovarian follicle population in Murrah heifers compared to Holstein and Gyr kept under the same management. **Reproduction in Domestic Animals**. 49, 1015–1020.
- Barbero RP, Malheiros EB, Aguiar NM, Romanzini EP, Ferrari AC, Nave RLG, Mullinks JT, Reis RA (2020). Supplementation level increasing dry matter intake of beef cattle grazing low herbage height. **Journal of Applied Animal Research**. 48, 28–33.
- Barbero RP, Malheiros EB, Araújo TLR, Nave RLG, Mulliniks JT, Berchielli TT, Ruggieri AC, Reis RA (2015) Combining Marandu grass grazing height and supplementation level to optimize growth and productivity of yearling bulls. **Animal Feed Science and Technology**. 209, 110–118.

- Barbosa RA, Nascimento Júnior D do, Euclides VPB, Silva SC, Zimmer AH, Torres Júnior RAA (2007) Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 42: 329–340.
- Baruselli PS, Ferreira RM, Sá Filho MF, Bó GA (2018) Review: Using artificial insemination v. natural service in beef herds. **Animal** 12: s45–s52.
- Batista EOS, Macedo GG, Sala R V, Ortolan MDDV, Sá Filho MF, Del Valle TA, Jesus EF, Lopes RNVR, Rennó FP, Baruselli PS (2014) Plasma antimullerian hormone as a predictor of ovarian antral follicular population in bos indicus (nelore) and bos taurus (holstein) heifers. **Reproduction in Domestic Animals** 49: 448–452.
- Bircham JS, Hodgson J (1983) The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management. **Grass and Forage Science** 38: 323–331.
- Boval M, Edouard N, Sauvant D (2014) A meta-analysis of nutrient intake, feed efficiency and performance in cattle grazing on tropical grasslands. **Animal** 9: 973–982.
- Cappelozza BI, Cooke RF, Guarnieri Filho TA, Bohnert DW (2014) Supplementation based on protein or energy ingredients to beef cattle consuming low-quality cool-season forages: I. Forage disappearance parameters in rumen-fistulaed steers and physiological responses in pregnant heifers. **Journal of Animal Science** 92: 2716–2724.
- Cardoso AS, Berndt A, Leytem A, Alves BJR, de Carvalho INO, Barros Soares LH, Urquiaga S, Boddey RM (2016) Impact of the intensification of beef production in Brazil on greenhouse gas emissions and land use. **Agricultural Systems** 143: 86–96.
- Carnevalli RA, Da Silva SC, Bueno AAO, Uebele MC, Bueno FO, Hodgson J, Silva GN, Morais JPG (2006) Herbage production and grazing losses in Panicum maximum cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands** 40, 165–176.
- Carvalho JBP, Carvalho NAT, Reis EL, Nichi M, Souza AH, Baruselli PS (2008) Effect of early luteolysis in progesterone-based timed AI protocols in Bos indicus, Bos indicus × Bos taurus, and Bos taurus heifers. **Theriogenology** 69: 167–175.

- Casagrande DR, Azenha MV, Valente ALS, Vieira BR, Moretti MH, Ruggieri AC, Berchielli TT, Reis RA (2011) Canopy characteristics and behavior of nellore heifers in brachiaria brizantha pastures under different grazing heights at a continuous stocking rate. **Revista Brasileira de Zootecnia** 40: 2294–2301.
- Chapman DF, Lemaire G (1993) Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: Baker, M.J. (Ed.). Grasslands for our world. Sir Publishing, Wellington, p. 55-64.
- Ciccioli NH, Charles-Edwards SL, Floyd C, Wettemann RP, Purvis HT, Lusby KS, Horn GW, Lalman DL (2005) Incidence of puberty in beef heifers fed high- or low-starch diets for different periods before breeding. **Journal of Animal Science** 83: 2653–2662.
- Cooke RF, Arthington JD, Araujo DB, Lamb GC, Ealy AD (2008) Effects of supplementation frequency on performance, reproductive, and metabolic responses of Brahman-crossbred females. **Journal of Animal Science** 86: 2296–2309.
- Cooke RF, Cardoso RC, Cerri RLA, Lamb GC, Pohler KG, Riley DG, Vasconcelos JLM (2020) Cattle adapted to tropical and subtropical environments: genetic and reproductive considerations. **Journal of Animal Science** 98: 1–14.
- D'Occhio MJ, Baruselli PS, Campanile G (2019) Influence of nutrition, body condition, and metabolic status on reproduction in female beef cattle: A review. **Theriogenology** 125: 277–284.
- Da Costa EC, Restle J, Luiz Pascoal L, Nunes Vaz F, Alves Filho DC, Ziegler Arboitte M (2002) Desempenho de novilhos Red Angus superprecoces, confinados e abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia** 31: 129–138.
- Da Cruz PG, Santos PM, Pezzopane JRM, Oliveira PPA, Araujo LC (2011) Modelos empíricos para estimar o acúmulo de matéria seca de capim-marandu com variáveis agrometeorológicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 46: 675–681.
- Da Silva FF, De Sá JF, Schio AR, Ítavo LCV, Silva RR, Mateus RG (2009) Suplementação a pasto: Disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia** 38: 371–389.
- Da Silva SC, Gimenes FMA, Sarmento DOL, Sbrissia AF, Oliveira DE, Hernandez-Garay A, Pires AV (2013) Grazing behaviour, herbage intake and animal

- performance of beef cattle heifers on marandu palisade grass subjected to intensities of continuous stocking management. **Journal of Agriculture Science** 151: 727–739.
- Day ML, Anderson LH (1998) Current Concepts on the Control of Puberty in Cattle. **Journal of Animal Science** 76: 1.
- Day ML, Imakawa K, Wolfe PL, Kittok RJ, Kinder JE (1987). Endocrine mechanisms of puberty in heifers. Role of hypothalamo-pituitary estradiol receptors in the negative feedback of estradiol on luteinizing hormone secretion. **Biology of Reproduction** 37: 1054–1065.
- Day ML, Nogueira GP (2013) Management of age at puberty in beef heifers to optimize efficiency of beef production. **Animal Frontier** 3: 6–11.
- De Oliveira AP, Casagrande DR, Bertipaglia LMA, Barbero RP, Berchielli TT, Ruggieri, AC, Reis RA (2016) Supplementation for beef cattle on Marandu grass pastures with different herbage allowances. **Animal Production Science** 56: 123–129.
- Detmann E, Valente ÉEL, Batista ED, Huhtanen P (2014) An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. **Livestock Science** 162: 141–153.
- Difante GS, Euclides VPB, Nascimento Júnior, D, Silva SC, Torres Júnior RAA, Sarmento DOL (2009). Ingestive behaviour, herbage intake and grazing efficiency of beef cattle steers on Tanzania guineagrass subjected to rotational stocking managements. **Revista Brasileira de Zootecnia** 38: 1001–1008.
- Divall SA, Williams TR, Carver SE, Koch L, Bruning JC, Kahn CR, Wondisford F, Radovick S, Wolfe A (2010) Divergent roles of growth factors in the GnRH regulation of puberty in mice. **The Journal of Clinical Investigation** 120: 2900–2909.
- Do Prado IN, Do Nascimento WG, Negrão JA, Rigolon LP, Schiller SDS, Doi Sakuno ML, Pessini GL (2003) Recombinant Bovine Somatotropin (rBST) on Hematologic Aspects and Metabolites of Heifers (1/2 Nellore x 1/2 Red Angus) Blood, in Feedlot. **Revista Brasileira de Zootecnia** 32: 465–472.
- Dórea JR (2010). **Níveis de suplemento energético para bovinos em pastagens tropicais e seus efeitos no consumo de forragem e fermentação ruminal.**

- Dissertação (mestrado em Zootecnia). Super. Agric. "Luiz Queiroz", Piracicaba, 2010 108p.
- Dórea JRR, Santos FAP (2015) Estratégias de suplementação de bovinos mantidos em pastagens. **Anais**. Simpósio sobre manejo Pastagem. PiracicabaFEALQ.
- Engelken TJ (2008). Developing replacement beef heifers. **Theriogenology** 70: 569–572.
- Euclides VPB, Carpejani GC, Montagner DB, Nascimento Junior D, Barbosa RA, Difante GS (2018) Maintaining post-grazing sward height of *Panicum maximum* (cv. Mombaça) at 50 cm led to higher animal performance compared with post-grazing height of 30 cm. **Grass and Forage Science** 73: 174–182.
- Ferrell CL (1982) Effects of postweaning rate of gain on onset of puberty and productive performance of heifers of different breeds. **Journal of Animal Science** 55: 1272–1283.
- Funston RN, Deutscher GH (2004) Comparison of target breeding weight and breeding date for replacement beef heifers and effects on subsequent reproduction and calf performance. **Journal of Animal Science** 82: 3094–3099.
- Funston RN, Larson DM (2011) Heifer development systems: Dry-lot feeding compared with grazing dormant winter forage. **Journal of Animal Science** 89: 1595–1602.
- Gimenes LU, Ferraz ML, Fantinato-Neto P, Chiaratti MR, Mesquita LG, Sá Filho MF, Meirelles FV, Trinca LA, Rennó FP, Watanabe YF, Baruselli PS (2015) The interval between the emergence of pharmacologically synchronized ovarian follicular waves and ovum pickup does not significantly affect invitro embryo production in *Bos indicus*, *Bos taurus*, and *Bubalus bubalis*. **Theriogenology** 83: 385–393.
- Ginther OJ (2016) The theory of follicle selection in cattle. **Domestic Animal Endocrinology** 57: 85–99.
- Goes RHTB, Mancio AB, Lana RP, Valadares Filho SC, Cecon PR, Queiroz AC, Lopes AM (2003). Desempenho de novilhos Nelore em pastejo na época das águas: ganho de peso, consumo e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia** 32: 214–221.

- Gontijo Neto MM, Euclides VPB, Nascimento Júnior D, Miranda LF, Fonseca DM, Oliveira MP (2006) Consumo e tempo diário de pastejo por novilhos Nelore em pastagem de capim-tanzânia sob diferentes ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia** 35: 60–66.
- Hodgson J (1975) The influence of grazing pressure and stocking rate on herbage intake and animal performance. University College of Wales, Aberystwyth. In: Hodgson, J. and D.K. Jackson. (Eds.) Occasional Symposium, 8. 1975, Aberystwyth. **Anais...Brit. Grass. Soc.** pp.93-103.
- Homem BGC, Lima IBG, Spasiani PP, Ferreira IM, Boddey RM, Bernardes TF, Dubeux JCB, Casagrande DR (2021a) Palisadegrass pastures with or without nitrogen or mixed with forage peanut grazed to a similar target canopy height. 1. Effects on herbage mass, canopy structure and forage nutritive value. **Grass and Forage Science** 1–13.
- Homem BGC, Lima IBG, Spasiani PP, Borges LPC, Boddey RM, Dubeux JCB, Bernardes TF, Casagrande DR (2021b) Palisadegrass pastures with or without nitrogen or mixed with forage peanut grazed to a similar target canopy height. 2. Effects on animal performance, forage intake and digestion, and nitrogen metabolism. **Grass and Forage Science** 1–14.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Sistema de Recuperação Automática (2018) Efetivo do rebanho brasileiro. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939#resultado>. Acesso em: 02/04/2021.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Sistema de Recuperação Automática (2017) Censo Agropecuário: resultados definitivos. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3096/agro_2017_resultados_definitivos.pdf. Acesso em: 03/04/2021.
- Jank L, Barrios SC, do Valle CB, Simeão RM, Alves GF (2014) The value of improved pastures to Brazilian beef production. **Crop and Pasture Science** 65: 1132.
- JBS. **Manual de classificação de carcaça bovina pelo acabamento**. Disponível em: http://www.conexaojbs.com.br/arquivos/classificacao_de_carcaca_pelo_acabament.pdf. Acesso dia 20 de março de 2018

- Kawwass J, Summer R, Kallen CB (2015) Direct Effects of Leptin and Adiponectin on Peripheral Reproductive Tissues: A Critical Review. **European Society of Human Reproduction and Embryology** 21: 617–632.
- Kazama R, Zeoula LM, Nunes I, Cristina D, Ducatti T, Matsushita M (2008) Características quantitativas e qualitativas da carcaça de novilhas alimentadas com diferentes fontes energéticas em dietas à base de cascas de algodão e de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia** 37: 350-357.
- Keisler D H, Daniel JA, Morrison CD (1999) The role of leptin in nutritional status and reproductive function. **Journal of Reproduction and Fertility Supplement** 54: 425–435.
- Kinder JE, Bergfeld EG, Wehrman ME, Peters KE, Kojima FN (1995). Endocrine basis for puberty in heifers and ewes. **Journal of Reproduction and Fertility Supplement**. 49, 393-407.
- Lage JF, Paulino PVR, Filho SCV, Souza EJO, Duarte MS, Benedeti PDB, Souza NKP, Cox RB (2012) Influence of genetic type and level of concentrate in the finishing diet on carcass and meat quality traits in beef heifers. **Meat Science** 90: 770–774.
- Luchiari Filho A. **Pecuária da carne bovina**. 1. ed. São Paulo: A. Luchiari Filho, 2000. 135p.
- Machado WS, Brandao VLN, Moraes VCL, Detmann E, Rotta PP, Marcondes MI (2019) Supplementation strategies affect the feed intake and performance of grazing replacement heifers. **PLoS One** 14: 1–17.
- Marques JDA, Prado IN, Maggioni D, Rigolon LP, Caldas Neto SF, Zawadzki F (2010). Desempenho de novilhas mestiças em diferentes estádios reprodutivos. *Semina Ciências Agrárias* 31: 507.
- Martha GB, Alves E, Contini E (2012). Land-saving approaches and beef production growth in Brazil. **Agricultural Systems** 110: 173–177.
- Mattos MCC, Bastos MR, Guardieiro MM, Carvalho JO, Franco MM, Mourão GB, Barros CM, Sartori R (2011) Improvement of embryo production by the replacement of the last two doses of porcine follicle-stimulating hormone with equine chorionic gonadotropin in Sindhi donors. **Animal Reproduction Science** 125: 119–123.

- McAlpine CA, Etter A, Fearnside PM, Seabrook L, Laurance WF (2009) Increasing world consumption of beef as a driver of regional and global change: A call for policy action based on evidence from Queensland (Australia), Colombia and Brazil. **Global Environmental Change** 19, 21–33.
- Missio RL, Brondani IL, Freitas S, Sachet RH, Henrique J, Restle J (2009). Desempenho e avaliação econômica da terminação de tourinhos em confinamento alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira Zootecnia** 3598: 1309-1316.
- Moriel P, Cooke RF, Bohnert DW, Vendramini JMB, Arthington JD (2012) Effects of energy supplementation frequency and forage quality on performance, reproductive, and physiological responses of replacement beef heifers. **Journal of Animal Science** 90: 2371–2380.
- Moriel P, Lancaster P, Lamb GC, Vendramini JMB, Arthington JD (2017) Effects of post-weaning growth rate and puberty induction protocol on reproductive performance of -influenced beef heifers. **Journal of Animal Science** 95: 3523.
- Moriel P, Palmer E, Vedovatto M, Piccolo MB, Ranches J, Silva HM, Mercadante VRG, Lamb GC, Vendramini JMB (2020) Supplementation frequency and amount modulate post-weaning growth and reproductive performance of Bos indicus-influenced beef heifers. **Journal of Animal Science** 98: 1-40.
- Moss B, Fearon A, Whitworth M, Chau A, Tolland E, Devlin D, *et al.* 2013. Meat quality of bulls, heifers and steers sampled at a commercial abattoir. BSAS 143; [cited 11 July 2014]. Available from URL: http://www.bsas.org.uk/animal_bytes/meat-quality-from-bulls-steers-and-heifers/.
- Mota VAC, Fernandes RM, Prados LF, Alves Neto JA, Berti GF, Resende FD, Siqueira GR (2020) Relationship between gain rate during the growing phase and forage allowance in the finishing phase in Nellore cattle. **Tropical Animal Health Production** 52: 1881–1891.
- Mott GO (1960) Grazing pressure and the measurement of pasture production. In: International Grassland Congress, 8. Reading, 1960. **Proceedings...** Bristish Grassland Association. p: 606-611.
- Nepomuceno DD, Pires AV, Ferraz MVC, Biehl MV, Gonçalves JRS, Moreira EM, Day ML (2016). Effect of pre-partum dam supplementation, creep-feeding and post-

- weaning feedlot on age at puberty in Nellore heifers. **Livestock Science** 195: 58–62.
- Nogueira GP (2004) Puberty in South American *Bos indicus* (Zebu) cattle. **Animal Reproduction Science** 82: 361–372.
- Nogueira MP (2018) Por que preciso produzir 21@ em até 24 meses. Entendendo o conceito Boi 777. Jaboticabal: Gráfica Multipress Ltda, 256p.
- Odle AK, Akhter N, Syed MM, Allensworth-james ML, Beneš H, Castillo AIM, Macnicol MC, Macnicol AM, Childs GV (2018) Leptin regulation of Gonadotrope Gonadotropin-releasing Hormone receptors as a Metabolic Checkpoint and Gateway to reproductive Competence. **Frontiers in Endocrinology**. 8: 1–13.
- Owens FN, Dubeski P, Hanson CF (1993) Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science** 71: 3138–3150.
- Owens FN, Gill DR, Secrist DS, Coleman SW (1995) Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. **Journal of Animal Science** 73: 3152-3172.
- Patterson DJ, Perry RC, Kiracofe GH, Bellows RA, Staigmiller RB, Corah LR (1992) Management considerations in heifer development and puberty. *Journal Animal Science* 70: 4018-4035.
- Pedreira BC, Pedreira CGS, da Silva SC (2009) Acúmulo de forragem durante a rebrotação de capim-xaraés submetido a três estratégias de desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia** 38: 618–625.
- Peres RFG, Cooke RF, Dias H, Keisler DH, Pohler KG, Vasconcelos JLM (2021) Relationship among serum metabolic hormones with pregnancy rates to fixed-time artificial insemination in *Bos indicus* beef females. **Livestock Science** 245: 104451.
- Perry GA (2016) Factors affecting puberty in replacement beef heifers. **Theriogenology** 86: 373–378.
- Perry TW, Huber DA, Mott GO, Rhykerd CL, Taylor RW (1972). Effect of level of pasture supplementation on pasture, drylot and total performance of beef cattle. li. Spring plus summer pasture 34: 647–652.

- Pinto, A.C.J., Millen, D.D., 2018. Nutritional Recommendations and Management Practices Adopted By Feedlot Cattle Nutritionists: the 2016 Brazilian. **Canadian Journal of Animal Science** 99: 1–46.
- Poppi DP, McLennan SR (1995). Protein and Energy Utilization by Ruminants at Pasture. **Journal of Animal Science** 73: 278–290.
- Reddy BV, Sivakumar AS, Jeong DW, Woo YB, Park SJ, Lee SY, Byun JY, Kim CH, Cho SH, Hwang I (2015) Beef quality traits of heifer in comparison with steer, bull and cow at various feeding environments. **Animal Science Journal** 86: 1-16.
- Reis MM, Cooke RF, Cappellozza BI, Marques RS, Guarnieri Filho TA, Rodrigues MC, Bradley JS, Mueller CJ, Keisler DH, Johnson SE, Bohnert DW (2015) Creep-feeding to stimulate metabolic imprinting in nursing beef heifers: Impacts on heifer growth, reproductive and physiological variables. **Animal** 9: 1500-1508.
- Reis RA, Ruggieri AC, Casagrande DR, Páscoa AG (2009) Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia** 38: 147–159.
- Reis RA., Valente ALS, Dos Santos SMC, De Souza FHM, Berchielli TT, Ruggieri AC, Santana SS, Serra JM (2013) Performance of young Nelore bulls grazing marandu grass pasture at different heights. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales** 1: 114-115.
- Rodriguez FD (2017) **Análise econômica da precocidade na puberdade e do diagnóstico da gestação em fêmeas bovinas da raça Nelore e Angus x Nelore**. 95 f Dissertação (mestrado em Zootecnia) - Universidade de São Paulo Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia.
- Roth MTP, Resende FD, Oliveira I, 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** 115: 1-30.
- Rotta PP, Do Prado RM, Do Prado IN, Valero MV, Visentainer JV, Silva RR (2009) The effects of genetic groups, nutrition, finishing systems and gender of Brazilian cattle on carcass characteristics and beef composition and appearance: A review. **Asian-Australasian Journal Animal Science** 22: 1718–1734.
- Sales JNS, Iguma LT, Batista RITP, Quintão CCR, Gama MAS, Freitas C, Pereira MM, Camargo LSA, Viana JHM, Souza JC, Baruselli PS (2015). Effects of a high-

- energy diet on oocyte quality and in vitro embryo production in *Bos indicus* and *Bos taurus* cows. **Journal of Dairy Science**. 98: 3086–3099.
- Sangsritavong S, Combs DK, Sartori R, Armentano LE, Wiltbank MC (2002) High feed intake increases liver blood flow and metabolism of progesterone and estradiol-17 β in dairy cattle. **Journal of Dairy Science** 85: 2831–2842.
- Santos FAP, Dórea JRR, Agostinho Neto LRD (2009) Uso estratégico da suplementação concentrada em sistemas de produção animal em pastagens. In: 25º Simpósio sobre Manejo da Pastagem. Piracicaba **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2009. 273-296.
- Sartori R, Gimenes LU, Monteiro PLJ, Melo LF, Baruselli PS, Bastos MR (2016) Metabolic and endocrine differences between *Bos taurus* and *Bos indicus* females that impact the interaction of nutrition with reproduction. **Theriogenology** 86: 32–40.
- Sartori R, Guardieiro MM, Surjus RS, Melo LF, Prata AB, Ishiguro M, Bastos MR, Nascimento AB (2013). Metabolic hormones and reproductive function in cattle. **Animal Reproduction** 10: 199–205.
- Sbrissia AF, Da Silva SC (2008). Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia** 37: 35–47.
- Sbrissia AF, da Silva SC, Sarmiento DOL, Molan LK, Andrade FME, Gonçalves AC, Lupinacci AV (2010) Tillering dynamics in palisadegrass swards continuously stocked by cattle. **Plant Ecology**. 206: 349–359.
- Sbrissia AF, Duchini PG, Zanini GD, Santos GT, Padilha DA, Schmitt D (2018) Defoliation strategies in pastures submitted to intermittent stocking method: Underlying mechanisms buffering forage accumulation over a range of grazing heights. **Crop Science**. 58: 945–954.
- Sbrissia AF, Schmitt D, Duchini PG, Da Silva SC (2020). Unravelling the relationship between a seasonal environment and the dynamics of forage growth in grazed swards. **Journal of Agronomy and Crop Science** 206: 630–639.
- Schillo KK, Hall JB, Hileman SM (1992) Effects of nutrition and season on the onset of puberty in the beef heifer. **Journal of Animal Science** 70: 3994–4005.

- Short, R.E., Grings, E.E., MacNeil, M.D., Heitschmidt, R.K., Williams, C.B., Bennett, G.L., 1999. Effects of sire growth potential, growing-finishing strategy, and time on feed on performance, composition, and efficiency of steers. **Journal of Animal Science** 77: 2406–2417.
- Silva SC, Nascimento Júnior D (2007). Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia** 36: 122–138.
- Springman SA, Nielson HR, Meyer TL, Funston RN (2017) Effect of postweaning heifer development system on average daily gain, pregnancy rates, and subsequent feed efficiency as a pregnant heifer. **Journal of Animal Science** 95: 5320–5326.
- Summers AF, Weber SP, Lardner HA, Funston RN (2014) Effect of beef heifer development system on average daily gain, reproduction, and adaptation to corn residue during first pregnancy. **Journal of Animal Science** 92: 2620–2629.
- Symonds ME, Dellschaft N, Pope M, Birtwistle M, Alagal R, Keisler D, Budge H (2016) Developmental programming, adiposity, and reproduction in ruminants. **Theriogenology** 1–10.
- Tena-Sempere M (2006) KiSS-1 and reproduction: Focus on its role in the metabolic regulation of fertility. **Neuroendocrinology** 83: 275–281.
- USDA (2019) USDA Agricultural Projection to 2028. United States Dep. Agric. 108p.
- Vasconcelos JLM, Sangsritavong S, Tsai SJ, Wiltbank MC (2003). Acute reduction in serum progesterone concentrations after feed intake in dairy cows. **Theriogenology** 60: 795–807.
- Watson DJ (1947) Comparative physiological studies on the growth of field crops: I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. **Annals of Botany** 11: 41–76.
- Webb R, Garnsworthy P, Armstrong DG (2004) Control of follicular growth: local interactions and nutritional influences. **Journal of Animal Science**, 82: 63-74
- Williams GL, Amstalden M, Garcia MR, Stanko RL, Nizielski SE, Morrison CD, Keisler DH (2002) Leptin and its role in the central regulation of reproduction in cattle. **Domestic Animal Endocrinology**. 23: 339–349.

- Wiltbank JN, Gregory KE, Swiger LA, Ingalls JE, Rothlisberger JA, Koch RM (1966) Effects of Heterosis on Age and Weight at Puberty in Beef Heifers. **Journal of Animal Science** 25: 744–751.
- Wiltbank JN, Rowden WW, Ingalls JE, Koch RM (1958) Effect of Energy Level on Reproductive Phenomena of Mature Hereford Cows. **Journal of Animal Science**. 21: 219–225.
- Yambayamba ESK, Price MA, Jones SDM (1996) Compensatory growth of carcass tissues and visceral organs in beef heifers. **Livestock Production Science** 46: 19-32.
- Zinn DW, Durham RM, Hedrick HB (1970). Feedlot and carcass grade characteristics of steers and heifers as influenced by days on feed. *Journal of Animal Science* 31: 302-306.

CAPÍTULO 2 - IMPACTO DA OFERTA DE FORRAGEM NO DESEMPENHO E PARÂMETROS REPRODUTIVOS DE NOVILHAS NELORE DESTINADAS A REPOSIÇÃO

RESUMO: Objetivou-se avaliar os efeitos do manejo do pasto em duas ofertas de forragem sobre a estrutura do dossel, valor nutritivo da forragem, consumo de suplemento, desempenho, características de carcaça e índices reprodutivos de novilhas Nelore submetidas à inseminação artificial em tempo fixo (IATF) aos 14 ± 1 meses de idade. Noventa novilhas Nelore desmamadas [169 ± 19 kg de peso corporal (PC); 210 ± 28 dias de idade] foram bloqueadas pelo PC inicial e destinadas aleatoriamente aos piquetes para receber as diferentes condições de oferta de forragem (OF): (1) Alta oferta de forragem (AOF; $> 3,31$ kg de matéria seca (MS) / kgPC; e (2) Baixa oferta de forragem (BOF; $< 3,31$ kgMS / kgPC). Cada tratamento continha 6 piquetes (3 piquetes de 2,15 hectare (ha) e 3 piquetes de 2,4 ha cada um), totalizando 12 piquetes. O período experimental foi dividido em fase de crescimento (FC; 173 dias) e fase de reprodução (FR; 83 dias), totalizando 256 dias (18 de agosto de 2019 a 30 de abril de 2020). Do dia 30/04/20 (D256) à 22/05/20 (D278) as novilhas ficaram em outra área de pastagem. Os animais foram mantidos em lotação contínua com taxa de lotação variável (*put-and-take*). O suplemento foi fornecido diariamente (*ad libitum*; ingestão esperada de 10 g/kg do PC) e foi constituído por milho, farelo de soja, ureia, aditivos, minerais e cloreto de sódio. Os dados reprodutivos e as medidas de carcaça foram feitas utilizando ultrassom. A taxa final de prenhez foi determinada após duas IATF no D278. Não foi observado efeito de tratamento na densidade e na relação folha:colmo dos pastos ($P \geq 0,189$). Maiores valores de proteína bruta (PB, g/kg) e melhor relação PB:digestibilidade in vitro da MS (DIVMS) foram observados na BOF (AOF = 81,4 e 109,5 vs. BOF = 88,0 e 113,9, respectivamente). O PC das novilhas no final da FC foi maior na AOF comparado as novilhas da BOF ($P < 0,01$; 268 vs. 255 kg). Na média de todo período experimental, os animais da AOF tiveram ganho de peso diário (GMD) de 68 g/dia maior quando comparado aos animais da BOF ($P < 0,01$; 0,713 vs. 0,645 kg/d). O somatório do ganho por área (GA, kg/ha) e taxa de lotação média (TL, UA/ha) foram maiores na BOF (AOF = 758 e 2,37 vs. BOF = 1038 e 3,6). Entretanto, maior quantidade de suplemento por hectare (kg/ha) foi ofertada na BOF (AOF = 2285 vs. BOF = 3528, respectivamente). Não foi observado diferenças no consumo de suplemento (kg/animal/d) entre os tratamentos ($P = 0,117$). Os animais da AOF tiveram maior área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS) e espessura de gordura na garupa (EGP8) ao final da FC (AOF = 51,7, 3,09 e 4,86 vs. BOF = 49,4, 2,85 e 4,45, respectivamente). Assim, maior taxa de ciclicidade ($P = 0,052$; AOF = 88,4% vs. 72,7%) e proporção de novilhas púberes gestantes ($P = 0,043$; AOF = 76,3% vs. 53,1%) foram observadas na AOF; entretanto as ofertas de forragem não afetaram a taxa de prenhez ($P = 0,223$; em média 61%) e a taxa de perdas de gestação ($P = 0,221$) entre os tratamentos, mas o número de novilhas gestantes por hectare foi maior na BOF ($P = 0,036$; AOF = 3,78 vs. BOF = 2,72 novilhas prenhes/ha). Em conclusão, os critérios de manejo do pastejo afetaram as características estruturais e nutricionais do pasto, sendo que melhor desempenho e características de carcaça foram obtidas no tratamento da AOF. Entretanto, ambos tratamentos foram eficazes no desempenho reprodutivo das novilhas aos 14 meses

de idade, mas a adoção da BOF deve ser feita cuidadosamente, pois é necessário levar em consideração a manutenção da produção do pasto no longo prazo.

Palavras chaves: *Bos indicus*, novilhas de reposição, reprodução, taxa de lotação

IMPACT OF FORAGE ALLOWANCE ON PERFORMANCE AND REPRODUCTIVE PARAMETERS OF NELLORE HEIFERS FOR REPLACEMENT.

ABSTRACT: The objective was to evaluate the effects of grazing management in two-forage allowances on the canopy structure, forage nutritive value, performance, supplement intake, carcass characteristics and reproductive performance of Nellore heifers submitted to the fixed-time artificial insemination (FTAI) at 14 ± 1 months. Ninety weaned Nellore heifers [169 ± 19 kg of body weight (BW); 210 ± 28 days of age] were blocked by initial BW and randomly assigned to receive different forage allowances condition: (1) High forage allowance (HFA; > 3.31 kgDM/kg BW) and (2) Low (LFA; < 3.31 kgDM/kg BW); and divided into 6 paddocks (3 paddocks with 2.15 hectare and 3 paddocks with 2.4 ha each one) totalling 12 paddocks. The experimental period was divided into the growing phase (GP; 173d) and breeding season (BS; 83d) totaling 256 days (August 18, 2019 to April 30, 2020). From 04/30/2020 (D256) to 05/22/2020 (D278) the heifers stayed in another pasture area. The animals were kept in continuous stocking with a variable stocking rate where treatment conditions were established varying the stocking rate on pasture (put-and-take). The supplement consisted of corn, soybean meal, urea, additives, minerals and sodium chloride and was provided daily (*ad libitum*; expected intake around 10 g/kg of BW). Reproductive data and carcass measurements were taken using ultrasound. The final pregnancy rate was determined after two FTAI (d278). There was no treatment effect on the pasture density and the leaf:stem ratio of the pastures ($P \geq 0.189$). In addition, higher values of CP (g/kg) and the best PB: IVDMD ratio were observed in the LFA (HFA = 81.4 and 109.5 vs. LFA = 88.0 and 113.9, respectively). The BW of the heifers at the end GP was higher for HFA ($P < 0.01$; 268 vs. 255 kg) than for the LFA. The overall average daily gain (ADG) was 68 g/d greater for animals kept in the HFA ($P < 0.01$; 0.713 vs. 0.645 kg/d) compared to the LFA. Supplement intake (kg/animal/d) had no treatment effect ($P = 0.117$). The gain per area (kg/ha) and average stocking rate (UA/ha) were higher in the LFA (HFA = 758 and 2.37 vs. LFA = 1038 and 3.6; respectively). However, higher amounts of supplement per hectare (kg/ha) were offered in the LFA (HFA = 2285 vs. LFA = 3528, respectively). LFA animals had greater rib eye area (cm²), backfat thickness (BFT, mm) and rump fat thickness (mm) at the end of BS (HFA = 51.7, 3.09 and 4, 86 vs. LFA = 49.4, 2.85 and 4.45, respectively). Thus, a higher cyclicity rate ($P = 0.052$) and proportion of pubertal heifers that became pregnant ($P = 0.043$; AOF = 76,3% vs. 53,1%) were observed in the HFA; however, forage allowance did not affect the pregnancy rate ($P = 0.223$; on average 61%) and the pregnancy loss rate ($P = 0.221$) among treatments, but the number of pregnant heifers per hectare was higher in LFA ($P = 0.036$; HFA = 3.78 vs. LFA = 2.72 pregnant heifers/ha). In conclusion, the grazing management criteria affected the structural and nutritional characteristics of the pasture, being obtained better performance and carcass characteristics of heifers in the HFA, being obtained better performance and carcass characteristics of heifers in the HFA treatment. However, both treatments were effective in manipulating the reproductive performance of heifers at 14 months of age, but the adoption of LFA must be done carefully, as it is necessary to take into account the maintenance of pasture production in the long term.

Keywords: *Bos indicus*; reproduction; replacement heifers; stocking rate.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho bovino comercial do mundo (USDA, 2019), sendo a maior parte representada por animais *Bos indicus* criados em sistemas a pasto (Ferraz e Felício, 2010; Millen e Arrigoni, 2013). Porém, sistemas de produção de bovinos de corte em pastejo no Brasil são caracterizados por baixas produtividade e índices econômicos, principalmente devido à ausência de manejo do pasto e baixos investimentos (Martha et al., 2012), resultando em menor rentabilidade da atividade.

O período pós-desmame em regiões tropicais ocorre durante o período de escassez de forragem, onde o crescimento do animal é limitado, pois existe um desequilíbrio entre a oferta e a necessidade de nutrientes provocada pelas flutuações sazonais na quantidade e valor nutritivo da forragem (Detmann et al., 2014b). Nesse caso, a suplementação tem sido usada para aumentar a eficiência de utilização do pasto (Barbero et al., 2015; Boval et al., 2014; Detmann et al., 2014b) pelo animal, aumentando a ingestão de nutrientes e acelerando o crescimento. Desse modo, a associação do manejo do pastejo com suplementação pode ser uma forma de melhorar a eficiência produtiva e reprodutiva de novilhas destinadas à reprodução aos 14 meses (Moriel et al., 2017, 2020).

Esforços têm sido aplicados no entendimento de estratégias de suplementação para novilhas pós-desmame (Allen et al., 2017; Cappellozza et al., 2014; Ciccioli et al., 2005; Funston e Larson, 2011; Moriel et al., 2012, 2017, 2020) destinadas à reprodução. Entretanto, poucos trabalhos avaliaram o efeito do manejo do pasto associado com alta suplementação durante a recria de novilhas Nelore em condições tropicais, buscando melhorar a eficiência de utilização dos recursos do sistema de produção (Machado et al., 2020). Portanto, estudos são necessários para entender as relações de causa e efeito das características do pasto aliado a utilização da suplementação para novilhas de corte em pastejo destinadas à reprodução.

A hipótese do trabalho foi que as características estruturais e o valor nutritivo do pasto seriam manipulados pelo manejo em duas ofertas de forragem, onde os animais da AOF apresentariam maior desempenho e taxa de prenhez com menor consumo de suplemento por animal. Assim, objetivou-se avaliar os efeitos do manejo do pasto em duas ofertas de forragem sobre a estrutura do dossel, valor nutritivo da

forragem, consumo de suplemento, desempenho, características de carcaça e índices reprodutivos de novilhas Nelore submetidas à inseminação artificial em tempo fixo (IATF) aos 14 ± 1 meses de idade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local

O estudo foi realizado na Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), Polo Regional da Alta Mogiana, Colina, São Paulo (latitude de $20^{\circ} 43' 05''$ S; longitude $48^{\circ} 32' 38''$ W). O clima da região é do tipo AW (segundo classificação de Köppen), representado por duas estações distintas. Todos os procedimentos e protocolos envolvendo o uso de animais foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais, Universidade Estadual Paulista, campus Jaboticabal (protocolo nº 013317/19). Os dados climáticos foram obtidos de uma estação meteorológica localizada dentro da unidade experimental da fazenda (Tabela 1).

Tabela 1: Média das temperaturas e precipitação na cidade de Colina-SP, durante o período experimental

Meses ¹	Pluviosidade (mm)	Dias com chuva	Tmáx (°C)	Tmín (°C)	Tmédia (°C)	Ampl. Térmica
Agosto	0	0	30,4	12,3	21,3	18,1
Setembro	61	5	33,1	16,4	24,8	16,7
Outubro	51	6	33,5	17,6	25,5	16,0
Novembro	97	13	31,5	18,2	24,9	13,3
Dezembro	179	12	28,9	16,6	22,8	12,3
Janeiro	202	12	29,9	15,8	22,8	14,1
Fevereiro	160	18	27,0	15,1	21,1	11,9
Março	57	4	30,4	15,0	22,7	15,4
Abril	26	2	29,3	12,8	21,1	16,5

¹Agosto a dezembro de 2019 e janeiro a abril de 2020.

2.2. Área, tratamentos experimentais, animais e manejo dos piquetes

Anterior à implantação dos tratamentos experimentais, os piquetes utilizados nessa pesquisa ficaram vedados de 17 abril de 2019 até 18 agosto de 2019 (123 dias), onde foram mantidos sob a mesma condição de manejo (25cm de altura do dossel) durante o período chuvoso anterior (2018/2019). Os tratamentos consistiram em gerar

duas estruturas de pasto a partir do D0 até o D256 (Figura 2). Os valores de alta ou baixa OF foram definidos de acordo com o valor proposto por McCartor e Rouquette (1977) citado por Sollenberger et al. (2005). Desse modo, as duas condições foram:

Alta Oferta de Forragem (AOF): quantidades acima de 3,31 kg de MS de massa de forragem/kg PC.

Baixa Oferta de Forragem (BOF): quantidades abaixo de 3,31 kg de MS de massa de forragem/kg de PC.

A área experimental foi constituída de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich.) RD Webster [sin. *Urochloa brizantha* Stapf cv. Marandu) dividida em 12 piquetes (6 piquetes com 2,40 ha e 6 piquetes com 2,15 ha cada) totalizando aproximadamente 27,3 hectares. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com dois tratamentos e seis repetições (piquetes) por tratamento, totalizando 12 unidades experimentais.

Os animais foram mantidos em lotação contínua com TL variável. Quando necessários ajustar a OF entre os tratamentos, animais ajustes foram adicionados ou retirados dos piquete segundo o método “*put and take*” (Mott e Lucas, 1952). Desse modo, as condições experimentais foram geradas utilizando 150 bezerras da raça Nelore selecionadas de um total de 180 animais. Todas as bezerras são oriundas da própria instituição de pesquisa, sendo essas desmamadas aos 7 ± 1 mês de idade. Além disso, ressalta-se que esses animais não receberam nenhuma suplementação durante a fase de amamentação, onde as mães receberam somente sal mineral à pasto. Das 150 bezerras utilizadas, 90 bezerras foram consideradas como “testes” que permaneceram na área de pastejo durante todo período experimental e, foram nesses animais que se realizou todas as avaliações experimentais.

A seleção das 90 bezerras testes (169 ± 19 kg de PC) foi com base em características parecidas de idade, faixa de PC e condição corporal. No dia 17 de agosto de 2019, mensurou-se o peso cheio dos animais e, os mesmos foram deixados presos por 16h sem consumo de alimento sólido e líquido. Desse modo, no dia seguinte (18/08/2019) foi tomado o peso em jejum e em seguida foi feita a bloqueio inicial desses animais com base nesse peso. Os animais foram sorteados aleatoriamente entre os blocos e tratamentos, sendo 45 animais para cada. Cada tratamento teve 3 piquetes de 2,4 ha com 8 animais testes e 3 piquetes de 2,1 ha com

7 animais testes. Após a bloqueio os animais foram encaminhados à área experimental.

Para implantação dos tratamentos de BOF, durante o período seco (D0 ao D83), utilizou as novilhas ajustes para rebaixar os pastos através do aumento da TL. Assim, o critério utilizado foi dobrar a TL (UA/ha) do tratamento BOF em relação ao tratamento da AOF, dentro de cada bloco. Tal procedimento foi adotado pelo fato de não ter sido criado as diferenças na estrutura dos pastos antes do início do período experimental. Desse modo, a TL média usada no tratamento da AOF foi de 1,23 UA/ha (1 UA considerada 450 kg de PC) e no tratamento BOF foi de 2,46 UA/ha. Assim, inicialmente utilizou-se 33 novilhas ajustes no tratamento da BOF (sendo que em 3 piquetes de 2,4 ha ficou com 6 animais ajustes e 3 piquetes de 2,1ha ficou com 5 animais ajustes). Durante o período seco não foi colocado e/ou retirado novilhas ajustes além daquelas inicialmente utilizadas. Entretanto, durante o período chuvoso (D84 à D256) foi necessário, onde chegamos a usar mais 27 novilhas (totalizando às 150 novilhas). Durante todo período chuvoso (D86 até o D256), o critério utilizado para colocar e retirar animais ajustes da área experimental foi feita com base na OF obtida a cada 40 dias, quando se realizava a pesagem dos animais e coletava-se amostras para determinação da massa de forragem.

O período experimental foi de 256 dias sendo 173 dias considerados como fase de crescimento (FC; 18/08/2019 à 07/02/2020) e 83 dias como fase de reprodução (FR; 07/02/2020 à 30/04/2020), como mostra na linha do tempo (Figura 1). Após o D256, os animais foram retirados da área experimental e foram mantidos juntos em outro piquete dentro da própria instituição. Esse piquete não tinha limitação de oferta de forragem e os animais continuaram recebendo a mesma suplementação até o diagnóstico de gestação (DG) final no D278.

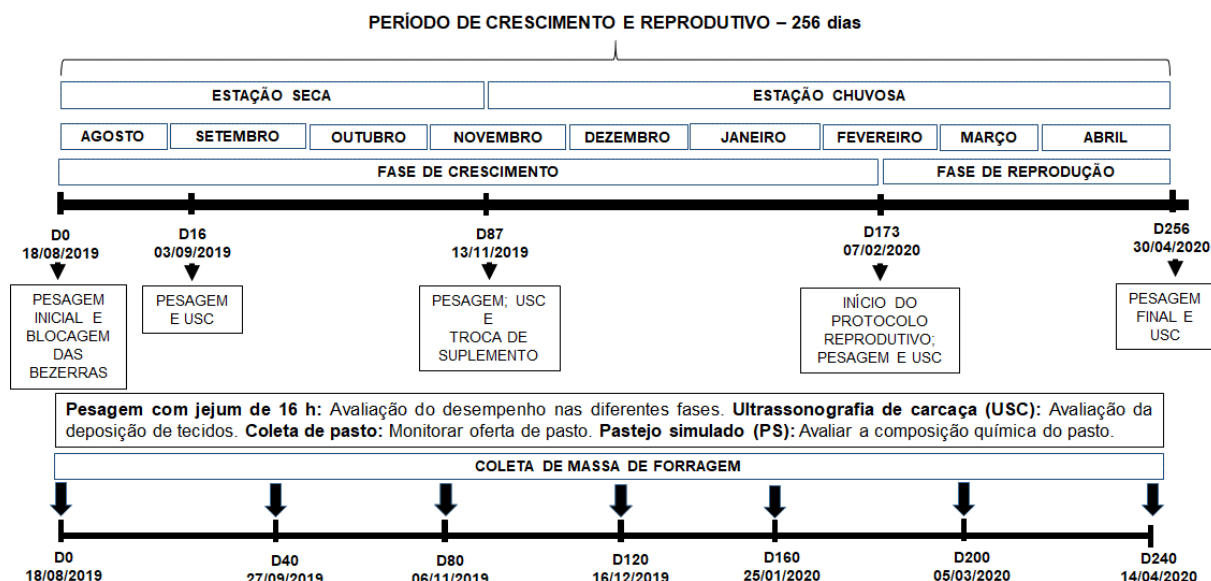


Figura 1: Esquema ilustrativo do planejamento experimental e as respectivas avaliações durante a fase de crescimento e reprodução.

2.3. Avaliações experimentais

2.3.1. Massa de forragem e valor nutritivo do pasto

As amostras do pasto para quantificação da massa de forragem e de pastejo simulado para determinar o valor nutritivo foram coletadas em intervalos de 40 dias, nas datas representadas na Figura 1. Antes da coleta da massa de forragem foram realizadas 50 leituras de altura normal e comprimida (*raising plating*), por piquete, para obtenção da altura média e o desvio padrão (DP). Em cada piquete foram coletados três pontos de massa na altura mínima, média e alta (os pontos de altura mínima e alta foi determinados em função de ± 2 DP da média). A área de amostragem para coleta foi de 0,25 m² em cada ponto selecionado. A massa de forragem foi determinada usando a metodologia da dupla amostragem de Sollenberger e Cherney (1995), sendo que a amostra foi coletada ao nível do solo nas respectivas alturas, pesadas em laboratório e posteriormente uma subamostra foi parcialmente seca em estufa a 55°C por 72 horas para determinação da MS parcial. Foi obtida uma equação de regressão linear, através dos dados de massa e suas respectivas alturas nos pontos de coleta da seguinte forma: $MF \text{ (kg/ha)} = a + b \times h \text{ (cm)}$; onde: MF = massa de forragem (kg/ha) de matéria seca, h = altura comprimida do dossel (cm), a = intercepto da regressão e b = coeficiente angular da regressão. A OF foi determinada

de acordo com a seguinte fórmula proposta por Sollenberger e Cherney (1995): $OF = \text{massa de forragem (kgMS/ha)} / PC \text{ (kg/ha)}$. Para avaliação dos componentes quantitativos e estruturais do dossel forrageiro foram utilizadas as subamostras colhidas na altura média de cada piquete, conforme descrito acima. As subamostras foram separadas manualmente em: material morto (folha morta e colmo morto), haste verdes (bainha foliar e colmo) e lâminas foliares verdes. Após separação, os componentes foram pesados e parcialmente secos em estufa de 55°C por 72 horas para a obtenção da MS parcial e proporção de cada componente no dossel forrageiro. Para estimar o valor nutricional da pastagem, foram utilizadas amostras colhidas manualmente (*hand-plucked*; De Vries, 1995). As amostras de pastejo simulado foram coletadas no final de cada período. Após a coleta, as amostras foram parcialmente secas em estufa de circulação de ar, a 55°C, por 72 horas e posteriormente moídas em moinho do tipo Willey com peneiras de malha com crivo de 2 mm e 1 mm. As amostras de 1 mm foram usadas para determinar os 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: $100 - MM$. A fibra em detergente neutro e ácido (FDN e FDA, respectivamente) foram analisadas seguindo a metodologia descrita por Robertson e Van Soest (1981), usando o 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). Os valores de NDT foram estimados de acordo com as equações propostas por Detmann et al. (2016). Enquanto as amostras moídas de 2 mm foram usadas para determinar o FDN indigestível através da incubação no rúmem por 288 horas (12 dias, Valente et al., 2011).

2.3.2. Consumo de suplemento

Foram fornecido dois suplementos durante o período experimental. O “suplemento seca” foi fornecido do D0 até D87 e o “suplemento águas” do D88 até o

D256 (Tabela 2). O consumo de suplemento esperado era de 10 g/kg de PC. Para que o consumo ficasse próximo do estabelecido, na composição do suplemento foi adicionado moduladores de consumo (monensina sódica e cloreto de sódio), para evitar consumos excessivos. Desse modo, a formulação do suplemento foi feita usando o BR-CORTE (2016), de modo a atender as exigências dos animais para o ganho de peso de 0,650 kg de GMD para que os animais chegassem com 280 kg de PC na ER. Para observar possíveis variações no consumo de suplemento em resposta aos tratamentos, o suplemento foi fornecido *ad libitum*. O ajuste nas quantidades de suplemento ofertada no dia foi feita com base na quantidade de sobra diária, onde em caso de sobra zero ou sobras excessivas, aumentava ou reduzia 10% na quantidade ofertada. O suplemento foi fornecido às 9:00h da manhã. O consumo de suplemento diário (kg/animal/dia) dos animais do piquete foi obtido com base na quantidade ofertada menos a sobra coletada no dia seguinte dividido pelo número de animais do piquete. A quantidade de suplemento ofertada por hectare foi contabilizada através do somatório da quantidade oferecida durante todo período experimental dividida pela área do piquete. A quantidade de suplemento para cada arroba produzida foi obtida através da razão entre quantidade de suplemento por hectare e o GA (kg/ha). A quantidade de suplemento para produção de uma novilha prenhe foi obtida pela divisão da quantidade de suplemento gastos por hectare e o número de novilhas gestantes por hectare.

Tabela 2: Composição e perfil nutricional dos suplementos oferecidos durante o período seco e chuvoso para novilhas Nelore criadas intensivamente.

Ingredientes (MN)	Suplemento Seca	Suplemento Águas
Milho moído (g/kg)	655	725
Farelo de Soja (g/kg)	215	116
Ureia de liberação lenta (g/kg)	10	10
Ureia (g/kg)	20	20
Núcleo Mineral (g/kg)	15	44
Cloreto de sódio (g/kg)	85	85
Composição nutricional (MS)		
Matéria seca (g/kg)	913	893
Matéria orgânica (g/kg)	913	892
Proteína bruta (g/kg)	261	233
Fibra em detergente neutro (g/kg)	167	159
Fibra em detergente Ácido (g/kg)	63,4	58,9
Extrato etéreo (g/kg)	24,6	26,7
Matéria Mineral (g/kg)	86,4	107,5
NDT ¹ (g/kg)	734	711
Monensina Sódica (mg/kg)	80,1	66,8
Bacitracina de Zinco (mg/kg)	22,5	18,8
ED ² (Mcal/kg)	3,23	3,13
EM ² (Mcal/kg)	2,65	2,57

MN = matéria natural; MS = Matéria seca; ¹Calculado de acordo com valores tabulados obtidos na plataforma do CQBAL 4.0 de cada ingrediente no suplemento (Valadares Filho et al., 2018).

²Calculado de acordo com as seguintes equações (NRC, 1996): 1 kg de NDT = 4,4 Mcal de Energia digestível (ED) e Energia metabolizável (EM) = ED × 0,82.

2.3.3. Avaliação do desempenho animal

Foram realizadas pesagens dos animais (após jejum alimentar e hídrico de 16 horas) em intervalos de 40 dias, de modo a tomar decisão em relação ao ajuste da OF entre os tratamentos. Entretanto, os dados de desempenho e PC foram representados em intervalos maiores (Figura 1). Após as pesagens foi calculado o GMD (kg/dia), determinado pela diferença entre o peso corporal final e inicial dividido pelos intervalos entre uma pesagem e outra. Todas as pesagens foram realizadas com jejum alimentar e hídrico de 16 horas. O GA foi obtido a partir da seguinte equação: $GA (kg/ha) = (GMD (kg/dia) \times \text{número de animais testes} \times \text{tempo (dias)}) / \text{área do piquete (ha)}$. O número de animais testes foi obtido dividindo o somatório de peso dos animais do piquete (testes + ajustes) pelo peso médio dos animais testes. A

TL (UA/ha) foi obtida através do somatório de peso corporal dos animais no piquete dividido por 450 kg e posteriormente dividido pela área do piquete para obter a TL.

2.3.4. Avaliação de características de carcaça utilizando ultrassom

A ultrassonografia de carcaça foi realizada em 4 momentos em todas as novilhas (Figura 1). O equipamento utilizado foi ultrassom veterinário PIEMEDICAL – Scanner 200, com sonda linear (ASP-18), de frequência de 3,5 MHz. Foram feitas mensurações por meio de imagens ultrassônicas como área de olho de lombo (AOL, cm²), espessura de gordura subcutânea (EGS, mm), espessura de gordura na picanha (EGP8, mm), grau de marmoreio (escore de 1 a 10). A EGS, AOL e o grau de marmoreio foram obtidas com imagens tomadas entre a 12^a e 13^a coletas, transversal ao músculo *Longissimus dorsi*, sendo a EGS avaliada no terço médio distal da área de olho de lombo, após limpeza da pele e com o uso de óleo vegetal como acoplante acústico. Já a medida da EGP8 foi feita longitudinalmente à posição do corpo na região da garupa entre o íleo e ísquio.

2.3.5. Estação de monta (EM) dos animais, exame ginecológico e desempenho reprodutivo

Todas as novilhas foram manejadas de forma igual e em conjunto para indução de puberdade e sincronização do cio e inseminação artificial. O protocolo de inseminação (Figure 2) foi feito de acordo com Meneghetti et al. (2009) utilizando a combinação de estrógenos (benzoato de estradiol) e progestágenos para suprimir o desenvolvimento do folículo dominante e assim sincronizar o desenvolvimento da nova onda folicular. As novilhas foram atribuídas a um protocolo de indução da puberdade do D149 ao D161 com dispositivo intravaginal (CIDR®, Zoetis, Guarulhos-SP, Brasil) de quarto uso. Foi realizado dois protocolos de IATF (1º IATF iniciou no D173 ao D184 e o 2º IATF do D207 ao D218). Todas as novilhas no início (d0) do protocolo de IATF receberam dispositivo intravaginal de 1º uso contendo 1,9 g de Progesterona (P4) (CIDR®, Zoetis, Guarulhos- SP, Brasil) e injeção intramuscular de 2,0 mg benzoato de estradiol (Gonadiol®, Zoetis, Guarulhos- SP, Brasil). No sétimo dia (d7), todos os animais receberam uma dose intramuscular de 12,5 mg de dinoprost

trometamina – 2,5 ml (Lutalyse®, Zoetis, Guarulhos- SP, Brasil). No nono dia (d9) o dispositivo de P4 foi retirado e administrou uma dose intramuscular de 0,6 mg de cipionato de estradiol - 0,3 ml (ECP®, Zoetis, Guarulhos- SP, Brasil), 300 UI de gonadotrofina coriônica equina (eCG) – 1,5 ml (Novormon®, Zoetis, Guarulhos- SP, Brasil) em cada novilha. No décimo primeiro dia (d11) do protocolo, 48 horas após a retirada do dispositivo intravaginal de P4, as novilhas foram inseminadas.

Todas as avaliações reprodutivas foram feitas através da ultrassonografia do trato reprodutivo. A taxa de ciclicidade foi determinada antes da 1ª IATF (presença ou não de corpo lúteo no início do período de reprodução no D173). A taxa de ciclicidade representa a proporção de novilhas púberes. O diagnóstico de gestação foi realizado no D214, D248 e D278 do período de reprodução. O desempenho reprodutivo foi medido através da obtenção da taxa de prenhez final (% das novilhas gestantes em função do número de animais protocolados), perdas de gestação (% de novilhas que perderam gestação após ter sido diagnosticada como prenha no D278) e prenhes por hectare (novilhas prenhes/ha). A variável número de novilhas prenhes/ha foi obtida multiplicando a taxa de prenhez obtida nos piquetes pela TL média [animais/ha; TL (animais/ha) = (TL média (UA/ha) × 450) / PC médio das novilhas testes do piquete]] durante todo período experimental.

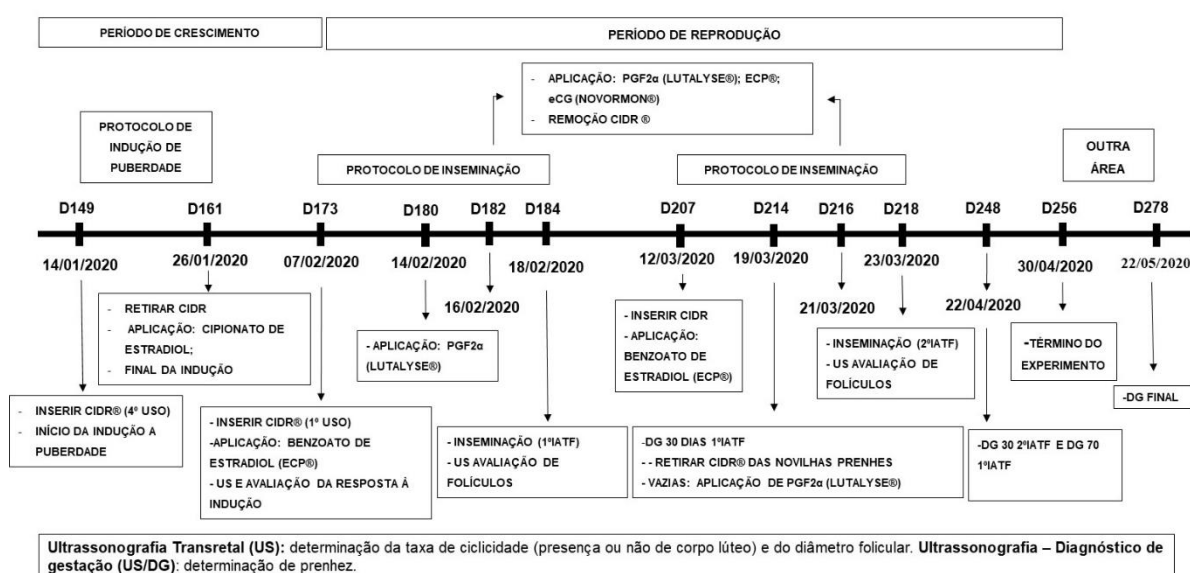


Figura 2. Cronograma de atividades do protocolo de sincronização de cio e estação de monta de novilhas Nelore submetidas a diferentes manejos do pastejo.

2.4. Análises estatísticas

O delineamento experimental adotado foi em blocos completos ao acaso (DBC) com 2 tratamentos e 6 blocos (PC inicial como fator de blocagem), totalizando 12 unidades experimentais, sendo os piquetes considerados a unidade experimental com seis repetições para cada tratamento. Todos os dados foram analisados utilizando o PROC MIXED do SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC), com prévia comprovação dos supostos matemáticos de distribuição normal (Teste de Shapiro-Wilk) e homocedasticidade das variâncias (Teste de Bartlett), tendo como efeito fixo no modelo matemático os tratamentos (OF) e o bloco e piquete como efeito aleatório. Os dados foram separados usando DIFF quando o “Teste-F” foi significativo. Foi adotado $P \leq 0,05$ como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I e a tendência determinada entre $P > 0,05$ e $P \leq 0,10$. As análises dos dados reprodutivos binários foram realizadas utilizando o PROC GLIMMIX do SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC). Para as variáveis medidas na mesma unidade experimental no decorrer do tempo (GMD, ganho por área, e medidas da ultrassonografia de carcaça) foram analisadas como medidas repetidas no tempo utilizando o procedimento REPEATED. A simetria da estrutura de covariância das análises de medida repetida no tempo foi escolhida com base no menor BIC (Bayesian Information criterion). Covariável foi utilizada nas características medidas por ultrassonografia de carcaça quando foi observado efeito significativo (medida do D0 como covariável).

3. RESULTADOS

3.1. Avaliação do pasto e valor nutritivo da forragem

Nas características quantitativas do dossel forrageiro, a altura (Figura 3A) e a oferta de forragem (Figura 3B) apresentaram efeito de interação entre tratamento e dia ($P < 0,01$). A altura dos pastos no D0 apresentou tendência estatística entre os tratamentos ($P = 0,083$), sendo que posteriormente diferenças significativas foram observadas ($P < 0,001$). A oferta de forragem já iniciou no D0 maior no tratamento da AOF ($P < 0,001$) e se manteve ao longo de todo período experimental. Houve efeito de tratamento na massa de forragem ($P < 0,01$; Tabela 3), onde maiores valores médios foram observados para a AOF (6358 vs. 4792 kgMS/ha). A densidade, a

relação folha:colmo e proporção de colmo morto não apresentaram variação entre os tratamentos ao longo do período experimental (Tabela 3; $P \geq 0,189$). No entanto, a proporção de folha verde e folha morta apresentaram tendência entre os tratamentos ($P = 0,08$; Tabela 3), sendo que maiores proporções médias de folha verde e folha morta foram observadas no tratamento da BOF (AOF = 27,7 e 21,4% vs. BOF = 29,8 e 23,8, respectivamente de folha verde e folha morta). Maiores valores médios da proporção de colmo verde (% MS) foi detectado no tratamento de AOF ($P < 0,01$; AOF = 25,7% vs. BOF = 22,3%).

Os teores de PB (Figura 4A) e a relação da PB:DIVMS (Figura 4B) do pastejo simulado apresentaram efeito de interação entre tratamento e dia ($P < 0,01$, respectivamente), sendo que foram observadas diferenças significativas no D80, D120 e D180 para o teor de PB e no D80 e D160 para a relação PB:DIVMS, sendo que os maiores valores foram observados no tratamento de BOF. Tendência estatística foram detectadas no D0 para PB e na relação PB:DIVMS ($P = 0,061$ e $P = 0,080$, respectivamente), respectivamente). Efeito de interação entre tratamento e dia foi encontrado para os valores de FDN (Fig.5A; $P = 0,065$) e PIDA (Fig.5B; $P = 0,022$). Para os teores de FDN, observou-se tendência estatística entre os tratamentos ($P = 0,082$) no D0 e diferença no D120 ($P = 0,002$), sendo os maiores valores observados no tratamento de BOF nas respectivas datas. Já os teores de MM, Lignina, NDT, EE, PIDN, DIVMS e FDNi foram similares entre os tratamentos ($P > 0,10$; Tabela 4). O teor de MO apresentou tendência estatística entre os tratamentos ($P = 0,078$; AOF = 934 g/kgMS vs. BOF = 932 g/kgMS; Tabela 4).

Tabela 3: Características quantitativas do pasto de *Urochloa brizantha* cv. Marandu manejados com duas ofertas de forragem.

Item	Trat		Dias experimentais							EPM	P-valor ¹		
	AOF	BOF	0	40	80	120	160	200	240		Trat	Dia	Trat×Dia
Características quantitativas													
Massa de Forragem, (kgMS/ha)	6358	4792	4554	8255	4725	4629	5467	5161	6235	185	<0,01	<0,01	0,476
Densidade (kgMS/m³)	2,11	2,20	2,76	3,18	1,82	1,44	1,84	1,74	2,28	0,050	0,189	<0,01	0,474
Relação F:C	1,17	1,25	0,742	0,729	1,10	2,27	1,53	1,35	0,733	0,058	0,329	<0,01	0,476
Proporção de componentes morfológicos													
Folha Verde (% MS)	25,4	27,4	5,06	5,29	23,6	56,7	48,8	33,2	12,2	0,815	0,08	<0,01	0,113
Colmo verde (% MS)	25,0	21,5	14,6	18,1	22,8	22,9	33,7	31,9	18,8	0,980	<0,01	<0,01	0,250
Colmo morto (% MS)	26,0	24,7	37,3	36,1	28,6	11,4	10,5	23,8	29,6	0,864	0,309	<0,01	0,896
Folha morta (% MS)	23,7	26,3	43,0	40,5	24,9	9,01	7,03	11,2	39,4	0,960	0,08	<0,01	0,693

AOF = alta oferta de forragem; BOF = baixa oferta de forragem; OF = Oferta de Forragem; Trat - Tratamentos; Trat × Dia – Interação entre tratamento e dia; EPM: Erro padrão da Média; MS = matéria seca; D0: 18/08/2019; D40: 27/09/2019; D80: 06/11/2019; D120: 16/12/2019; D200: 05/03/2020; D240: 14/04/2020; ¹Valor de P ≤ 0,05 significativo pelo teste "F" e 0,05 ≤ P ≤ 0,10 tendência estatística.

Tabela 4: Características qualitativas do pastejo simulado do pasto de *Urochloa brizantha* cv. Marandu manejados em duas ofertas de forragem.

Item	Trat		Dias experimentais							EPM	P-valor ¹		
	AOF	BOF	0	40	80	120	160	200	240		Trat	Dia	Trat×Dia
MM (g/kg MS)	65,8	68,0	50,8	65,7	74,2	66,8	68,5	74,7	67,8	1,12	0,162	<0,01	0,559
MO (g/kg MS)	934	932	949	934	926	933	932	925	932	0,915	0,078	<0,01	0,600
Lignina (g/kg MS)	48,4	50,6	60,1	64,0	43,2	35,2	41,8	43,1	59,1	0,961	0,128	<0,01	0,230
FDNi (g/kg MS)	215	218	290	276	170	145	170	182	283	3,57	0,546	<0,01	0,397
PIDN (g/kg PB)	365	379	439	383	334	271	355	384	436	7,12	0,172	<0,01	0,263
DIVMS (g/kg MS)	704	700	612	595	615	689	801	781	820	3,33	0,489	<0,01	0,352
NDT (g/kg MS)	546	537	506	496	589	617	590	536	494	10,2	0,212	<0,01	0,822
EE (g/kg MS)	13,6	13,6	16,3	10,4	13,2	15,2	12,7	18,4	9,09	0,692	0,993	<0,01	0,852

AOF = alta oferta de forragem; BOF = baixa tolerância de forragem; MM = Matéria Mineral; MO = Matéria Orgânica; FDN = Fibra em Detergente Neutro; FDA = Fibra em Detergente Ácido; NDT = Nutrientes digestíveis totais estimado (Detmann et al., 2016); EE = Extrato Etéreo; PIDN = Proteína insolúvel em detergente neutro; DIVMS = Digestibilidade da matéria seca; FDNi = Fibra em detergente neutro indigestível; Trat - tratamentos; Trat × Dia – Interação entre tratamento e dia; EPM: Erro padrão da Média; D0: 18/08/2019; D40: 27/09/2019; D80: 06/11/2019; D120: 16/12/2019; D200: 05/03/2020; D240: 14/04/2020; ¹Valor de P ≤ 0,05 significativo pelo teste “F” e 0,05 ≤ P ≤ 0,10 tendência estatística.

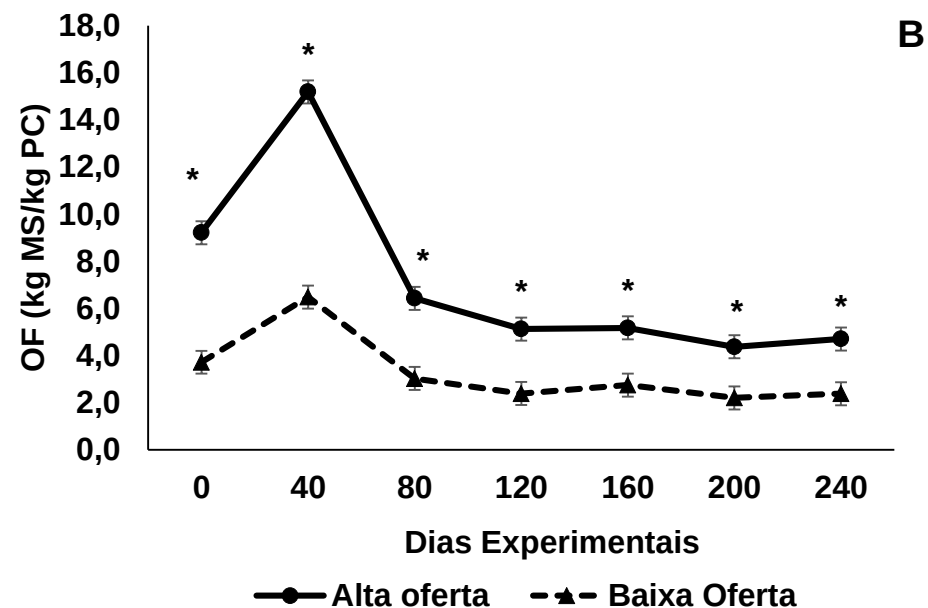
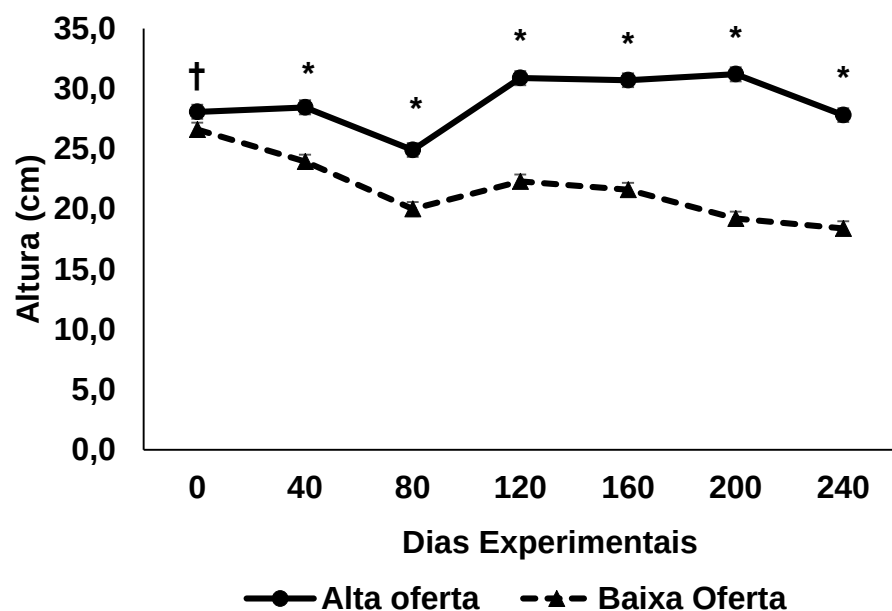


Figura 3: Altura do dossel (Fig. 3A) e oferta de matéria seca observada (OF, Fig. 3B) de pasto de *Urochloa brizantha* cv. Marandu manejados com duas ofertas de forragem ao longo do período experimental. * = diferença significativa ($P \leq 0,05$); † = tendência estatística ($0,05 < P \leq 0,10$); D0: 18/08/2019; D40: 27/09/2019; D80: 06/11/2019; D120: 16/12/2019; D200: 05/03/2020; D240: 14/04/2020.

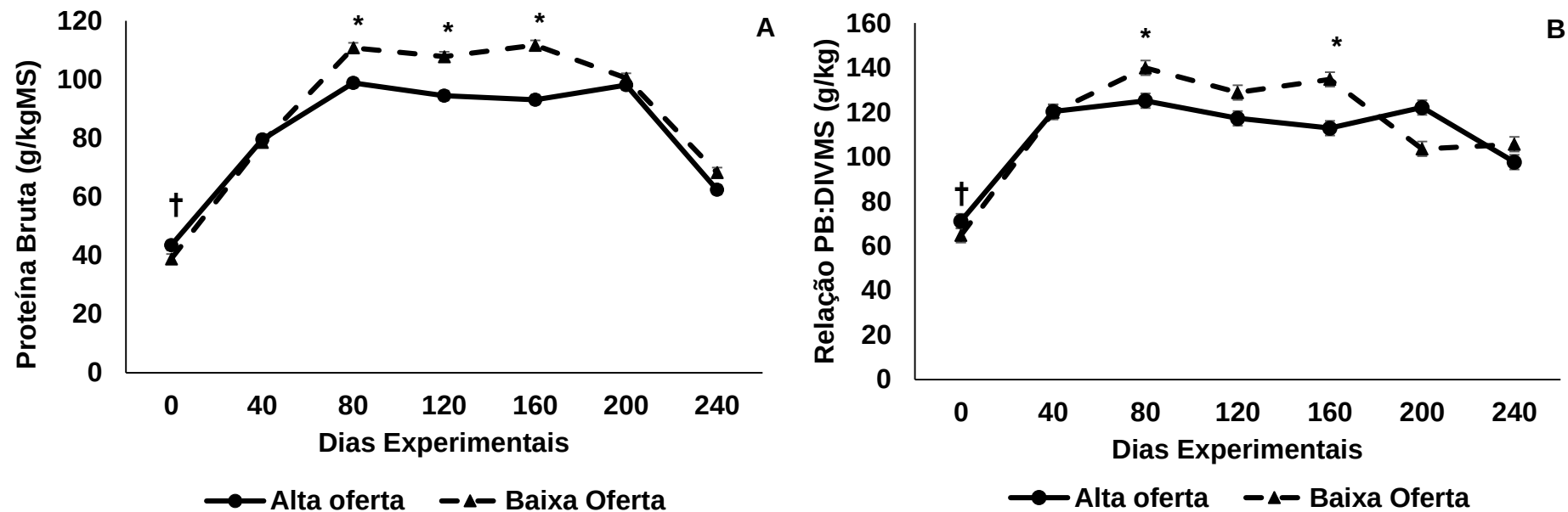


Figura 4: Teor de proteína bruta (Fig. 4A) e relação entre PB:DIVMS (Fig. 4B) de pasto de *Urochloa brizantha* cv. Marandu manejados com duas ofertas de forragem ao longo do período experimental. * = diferença significativa ($P \leq 0,05$); † = tendência estatística ($0,05 < P \leq 0,10$); D0: 18/08/2019; D40: 27/09/2019; D80: 06/11/2019; D120: 16/12/2019; D200: 05/03/2020; D240: 14/04/2020.

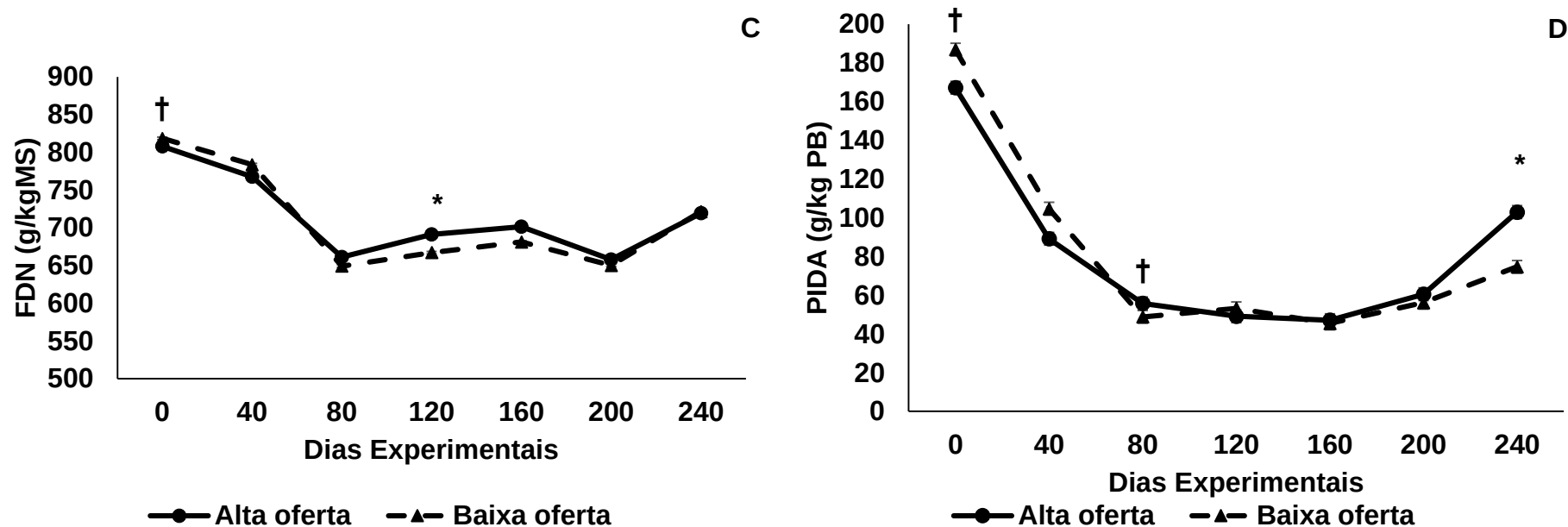


Figura 5: Teores de FDN (Fig. 5C) e proteína insolúvel em detergente ácido (Fig. 5D) de pasto de *Urochloa brizantha* cv. Marandu manejados com duas ofertas de forragem ao longo do período experimental. * = diferença significativa ($P \leq 0,05$); † = tendência estatística ($0,05 < P \leq 0,10$); D0: 18/08/2019; D40: 27/09/2019; D80: 06/11/2019; D120: 16/12/2019; D200: 05/03/2020; D240: 14/04/2020.

3.2. *Desempenho animal e consumo de suplemento*

As variáveis de desempenho, PC (kg, Fig.6A) e o GA (Fig.6B, kg/ha) apresentaram interação entre tratamento e dia ($P \leq 0,035$). Animais na AOF tiveram 13 kg mais PC comparados aos animais da BOF. Mesmo comportamento foi verificado ao final da fase de reprodução (17 kg a mais para animais da AOF). O somatório do GA foi maior no tratamento da BOF, onde foi produzido 280 kg PC/ha a mais quando comparado AOF (BOF = 1038 kg/ha vs. AOF = 758 kg/ha). Os tratamentos influenciaram a TL e o GMD ($P < 0,01$, Tabela 5), onde a TL média na BOF foi 34% maior TL comparada a AOF (BOF = 3,60 vs. AOF = 2,37 UA/ha) mas já o GMD médio foi menor 68g/dia na BOF (AOF = 0,713 vs. BOF = 0,645 g/dia). Não foi observado diferença no consumo de suplemento entre os tratamentos ($P \geq 0,117$, AOF = 2,12 kg/dia vs. BOF = 2,32 kg/dia).

Tabela 5: Desempenho e consumo de suplemento de novilhas Nelore recebendo suplementação intensiva em resposta à duas condições de oferta de forragem em pasto de *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

Item	Trat		Períodos experimentais				EPM	P-valor ¹		
	AOF	BOF	0	0 - 86	87 - 173	174 - 256		Trat	Dia	Trat×Dia
GMD (g/d)	0,713	0,645	-	0,470	0,716	0,851	0,014	<0,01	<0,01	0,121
Taxa de Lotação (UA/há)	2,37	3,60	1,83	2,54	3,34	4,24	0,129	<0,01	<0,01	0,810
Consumo de suplemento										
Consumo de suplemento (Kg MS/animal/d)	2,12	2,32	-	1,86	2,21	2,60	0,122	0,117	<0,01	0,258

AOF = alta oferta de forragem; BOF = baixa tolerância de forragem; Trat - Tratamentos; PC – Peso corporal; EPM: Erro padrão da Média; Trat × Dia – Interação entre tratamento e dia; D0: 18/08/2019; D86: 13/11/2019; D173: 07/02/2020; D256: 30/04/2020; ¹Valor de $P \leq 0,05$ significativo pelo teste "F" e $0,05 \leq P \leq 0,10$ tendência estatística.

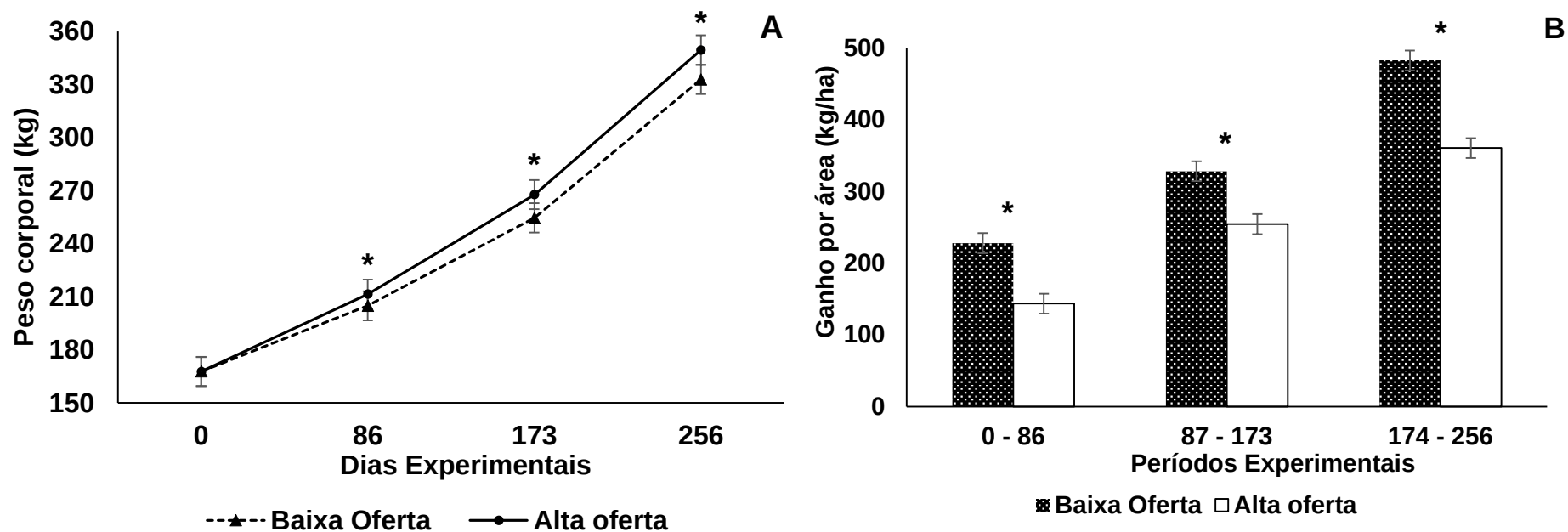


Figura 6: Peso corporal (PC, Fig. 6A) e ganho por área (GA, Fig. 6B) de novilhas Nelore recebendo suplementação intensiva em resposta à duas condições de oferta de forragem em pasto de *Urochloa brizantha* cv. Marandu. Obs: O símbolo “*” significa que houve diferença significativa ($P \leq 0,05$); D0: 18/08/2019; D86: 13/11/2019; D87: 14/11/2020; D173: 07/02/2020; D174: 08/02/2020; D256: 30/04/2020.

3.3. Avaliações na carcaça

Houve interação entre tratamento e dia nas características AOL, EGS e EGP8 ($P \leq 0,004$, Figura 6). A partir do D86, diferenças na AOL foram observadas ($P \leq 0,037$) sendo que maiores valores foram apresentados pelos animais da AOF (Fig.7A). Já para os valores de EGS (Fig.7B) e EGP8 (Fig.7C) foi detectado diferenças somente a partir do D173 ($P \leq 0,034$). Os animais da AOF chegaram ao final do período de crescimento (D173) com EGS de 3,08 mm e EGP8 de 4,08 mm e no D256 com EGS de 4,08 mm e EGP8 = 7,95mm, sendo a EGS 7,75% e 12,1% e a EGP8 8,51% e 11,36% maior quando comparado com os animais do tratamento da BOF, respectivamente para o D173 e D256. As variáveis AOL/100kg e marmoreio não apresentaram efeito de tratamento ($P \geq 0,185$, respectivamente) e nem para interação entre tratamento e dia ($P \geq 0,288$, Tabela 6).

Tabela 6: Características de carcaça de novilhas Nelore recebendo suplementação intensiva em resposta à duas condições de oferta de forragem em pasto de *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

Item	Tratamento		Períodos experimentais				EPM	P-valor ¹		
	AOF	BOF	0	86	173	256		Trat	Dia	TratxDia
AOL/100Kg ²	18,6	18,7	20,5	19,0	18,1	17,1	0,126	0,57	<0,001	0,287
MARMOREIO ²	2,34	2,29	1,70	2,21	2,51	2,85	0,051	0,185	<0,001	0,288

AOF = alta oferta de forragem; BOF = baixa tolerância de forragem; Trat - Tratamentos; Trat × Dia – Interação entre tratamento e dia; AOL – área de olho de lombo; Marmoreio = escore de 1 a 10; EPM: Erro padrão da Média; D0: 18/08/2019; D86: 13/11/2019; D173: 07/02/2020; D256: 30/04/2020; ¹Valor de $p \leq 0,05$ significativo pelo teste "F" e $p \leq 0,10$ tendência estatística. ² Covariável ajustada para a variável medida nas novilhas no D0 ($P < 0,001$).

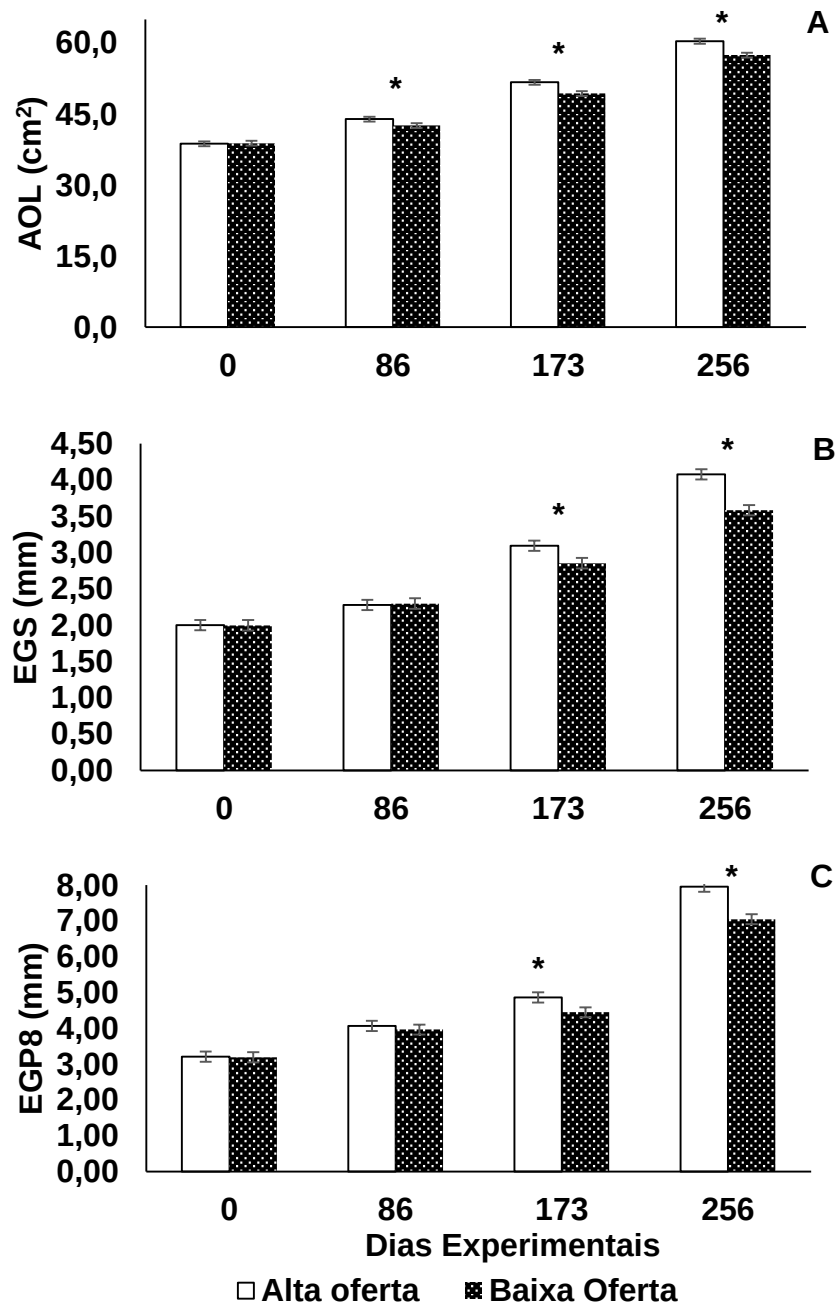


Figura 7: Área de olho de lombo (AOL, cm²; Fig. 7A) e espessura de gordura subcutânea (EGS, mm; Fig. 7B) e espessura de gordura na garupa (EGP8, mm; Fig. 7C) obtida por ultrassonografia de carcaça em novilhas Nelore recebendo suplementação intensiva em resposta à duas condições de oferta de forragem em pasto de *Urochloa brizantha* cv. Marandu. Obs: O símbolo “*” significa que houve diferença significativa ($P \leq 0,05$). Covariável ajustada para a variável medida nas novilhas no D0 ($P < 0,001$) foi utilizada. D0: 18/08/2019; D86: 13/11/2019; D173: 07/02/2020; D256: 30/04/2020.

3.4. Parâmetros reprodutivos e quantidade de suplemento ofertado

Tendência estatística entre os tratamentos sobre a taxa de ciclicidade foi observada ($P = 0,052$; AOF = 88,4% vs. BOF = 72,7%) e a porcentagem de novilhas púberes que ficaram gestantes foi diferente entre os tratamentos ($P = 0,043$; AOF = 76,3% vs. BOF = 53,1%), sendo que maiores porcentagens foram observadas no tratamento de AOF em ambas as características. Não foi observado efeito de tratamento na taxa de prenhez obtidas na 1ª IATF, 2ª IATF e na taxa de prenhez final ($P = 0,915$, $0,467$ e $0,223$, respectivamente; Tabela 7). As perdas de gestação, também não foi observado efeito dos tratamentos ($P = 0,221$; Tabela 7). Entretanto, o número de novilhas prenhes por hectare apresentou efeito significativo entre os tratamentos ($P = 0,036$; AOF = 2,72 novilhas prenhes/ha vs. BOF = 3,78 novilhas prenhes/ha; Tabela 7), sendo que no tratamento da BOF foi obtido maior número de novilhas prenhes.

Tabela 7: Desempenho reprodutivo de novilhas Nelore recebendo suplementação intensiva em resposta à duas condições de oferta de forragem em pasto de *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

Itens	Tratamentos		P-valor ¹
	Alta Oferta N=43	Baixa Oferta N=44	
Taxa de ciclicidade (%)	88,4% (38/43)	72,7% (32/44)	0,052
Novilhas púberes gestantes (%)	76,3% (29/38)	53,1% (17/32)	0,043
Taxa de prenhez 1º IATF (%)	51,2% (22/43)	50,0% (22/44)	0,915
Taxa de prenhez 2º IATF (%)	47,6% (10/21)	36,4% (8/22)	0,467
Taxa de prenhez Geral (%)	67,4% (29/43)	54,5% (24/44)	0,223
Taxa de perdas Gerais (%)	10,3% (3/29)	25,0% (6/24)	0,221
Novilhas prenhes por hectare	2,72	3,78	0,036

¹P - valor para a comparação entre tratamentos; Valor de $P \leq 0,05$ significativo pelo teste "F"

A quantidade de suplemento para a produção de uma arroba (kgSUP/@produzida) foi diferente entre os tratamentos ($P = 0,029$; Tabela 8) sendo necessário 11,8% (12kg) a mais de suplemento para a produção de uma arroba na BOF. O mesmo foi observado para a quantidade de suplemento por hectare ($P = 0,016$; Kg/há; Tabela 8), onde foram gastos 1243kg de suplemento a mais na BOF.

Não houve diferenças entre os tratamentos ($P = 0,704$; Tabela 8) na quantidade de suplemento para produzir uma novilha prenhe.

Tabela 8: Quantidade média de suplemento ofertada para novilhas Nelore recebendo suplementação intensiva em resposta à duas condições de oferta de forragem em pasto de *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

Variáveis	Tratamentos		EPM	P-valor ¹
	AOF	BOF		
Kg de suplemento por hectare	2285	3528	166	0,016
kg de suplemento por @ produzida	90	102	3,48	0,029
kg de suplemento por novilha prenhe	896	944	87	0,704

¹P-valor para a comparação entre tratamentos; Valor de $P \leq 0,05$ significativo pelo teste "F"

4. DISCUSSÃO

O entendimento da relação de causa:efeito na interface planta-animal objetiva definir estratégias de manejo do pasto que maximizem o desempenho individual do animal e a produção por área (Costa et al., 2021; Forbes and Rouquette Jr., 2007; Rouquette Jr., 2015). Entretanto, o ponto máximo de ambas as variáveis não ocorrem simultaneamente quando são representadas em função da oferta de forragem (Blaser, 1988, Mott, 1960). Segundo Pereira et al. (2019), a produtividade animal em sistema a pasto é determinada pelo desempenho animal e TL. Assim, estratégias alimentares utilizando suplementação em diferentes condições de manejo do pasto é uma ferramenta interessante para entender a dinâmica de utilização dos recursos para maximização da produtividade. Isso é válido principalmente quando necessita-se utilizar níveis mais altos de suplementação para fazer com que os animais, em sistemas à pasto, entrem em reprodução aos 14 meses de idade. Nesses casos, o suplemento representa maior parte dos custos de produção (Springman et al., 2017), onde uma forma de diluição dos mesmos, é a potencialização da utilização da forragem através do manejo do pastejo e uso de suplementação (Reis et al., 2012), a fim de obter aumento no ganho de peso animal e taxa de lotação concomitantemente com o desempenho reprodutivo.

A utilização do critério de manejo baseado na oferta de forragem leva a diferenças nas características estruturais e valor nutritivo dos pastos (Barbero et al., 2015; Casagrande et al., 2011). Desse modo, mudanças significativas nessas

características foram observadas a partir do D80. Isso ocorreu pelo fato do critério de oferta do tratamento BOF ter sido estabelecido após o início experimental. Esse procedimento foi adotado devido o experimento ter iniciado durante o período seco. Assim, a manipulação na taxa de lotação anterior ao D80 e mudanças no clima (início do verão) posteriormente a essa data, levaram a diferenças entre os tratamentos. Nesse contexto, alterações na massa de forragem e na proporção de folha e colmo verde foi observada, sendo que a BOF apresentou maior proporção de folha verde em relação à colmo e menor massa de forragem. Resultados semelhantes foram observados por Barbero et al. (2015) e Casagrande et al. (2011). Segundo Sbrissia et al. (2020) pastos manejados mais baixos (menor altura, menor OF e maior TL), a taxa de aparecimento e crescimento de perfilhos é alterada devido aos mecanismos de compensação das forrageiras. Esse mecanismo de compensação também contribui para a explicação do porquê não foi observado alteração na densidade do pasto e na relação folha:colmo.

As variações nos teores de PB e na relação PB:DIVMS do pastejo simulado entre os tratamentos, possivelmente ocorreram devido a maior proporção de folha na massa e também porque a manipulação da estrutura do dossel altera o fluxo de tecido da comunidade de plantas forrageira em pastejo (Bircham e Hodgson, 1983; Lemaire e Champman, 1996), levando à uma maior renovação de tecidos e perfilhos jovens (Sbrissia et al., 2010; Sbrissia and Da Silva, 2008). Os teores de PB e a relação PB:DIVMS do pasto são passíveis de discussão em trabalhos de animais em pastejo (Homem et al., 2021a) uma vez que denota-se como um indicador confiável para o entendimento dos efeitos da proteína no processo de ingestão, digestão e adequação metabólica do animal frente a dieta basal (Detmann et al., 2014a). Os valores de PB do D80 até D200 ficaram acima do valor mínimo necessário para sustentação do crescimento microbiano (valor mínimo de 8% de PB, Detmann et al., 2014a) e, em alguns momentos (D0, D40 e D240), o mesmo não foi observado. Entretanto, ressalta-se que novilhas Nelore com 270 kg de PC com um GMD de 0,650 kg/dia exigem uma dieta com pelo menos 12% de PB e 63% de NDT (BR-CORTE, 2016), se a dieta fosse exclusivamente de forragem, dificilmente atenderiam as exigências nutricionais dos animais para esse ganho médio devido à limitação do consumo. Desse modo,

observamos que a suplementação foi importante para manutenção do funcionamento do rúmen e suprimento de nutrientes.

A utilização de suplementação com perfil energético para novilhas de reposição (Cappellozza et al., 2014) e níveis acima de 0,3% do PC (como utilizado neste estudo) começa a existir o efeito de substituição do consumo de pasto pelo suplemento (Barbero et al., 2020; Da Silva et al., 2009). A redução do consumo de forragem contribui para utilização de maior taxa de lotação (Reis et al., 2009), mas redução no desempenho individual pode ser observado. Assim, dentro do contexto deste estudo, prejuízos no desempenho reprodutivo podem ser observados, pois uma menor taxa de ganho na fase pós-desmame faz com que os animais tenham menor PC no momento da inseminação aos 14 meses de idade. Desse modo, para manter o desempenho e o GA é necessário a utilização de maior oferta de forragem ou maior consumo de suplemento no tratamento de BOF.

Nossa hipótese era que os animais da BOF apresentariam maior consumo de suplemento, devido ao fato da redução no consumo de forragem induzida pela menor oferta de pasto (Boval et al., 2014; Costa et al., 2021). Caso isso acontecesse, manutenção da produtividade poderia ter sido observada. No entanto, o resultado de consumo não confirmou nossa hipótese. Outro fato relevante, foi que o consumo de suplemento observado ficou abaixo do consumo esperado de 10 g/kg PC em ambos os tratamentos. Possivelmente o consumo de suplemento foi controlado pelos reguladores de consumo presentes na formulação do suplemento e isso não levou a diferenças entre os tratamentos. Desse modo, as diferenças de GMD ao longo do período experimental (em média 68g/dia à menos no tratamento da BOF) foi promovida pela interferência da estrutura do pasto sobre o consumo de forragem, devido aos efeitos sobre o comportamento ingestivo dos animais em pastejo. Em pastos de menor oferta de forragem observa-se menor volume e massa de bocado e maior tempo de pastejo para compensar o consumo de forragem (Barbero et al., 2020; Carvalho et al., 2015; Da Silva et al., 2013). Esse maior tempo de pastejo aumenta a exigência de energia dos animais (Moraes et al., 2009).

A redução no consumo de forragem sem prejudicar o desempenho individual do animal, pode ser visto como ponto positivo para sistemas intensivos a pasto, o qual proporciona a utilização de maiores TL e a obtenção de maior GA. No entanto, é

importante ressaltar que pastos manejados com menores ofertas de forragem (menores alturas) por longos períodos, além de prejudicar o desempenho animal (menor consumo de forragem) leva à maior taxa de morte de perfilho e menor acúmulo de forragem (Sbrissia et al., 2010). Assim, pastos mantidos com menor oferta de forragem por longos períodos podem ficar improdutivos.

Efeito de interação entre tratamento e dia no PC foi observado, sendo que as diferenças foram aumentando entre os tratamentos no decorrer do tempo devido ao maior GMD no tratamento da AOF. Desse modo, os animais da AOF chegaram com 13kg mais pesados no início do período de reprodução em relação aos animais da BOF mas, mesmo assim, as novilhas de ambos os tratamentos chegaram à FR com peso médio abaixo de 280 kg (considerando 60% do peso das matrizes com PC maduro de 466kg), pelo fato dos valores de GMD obtidos terem ficado abaixo do esperado com a estratégia nutricional adotada. Entretanto, mesmo o GMD estando abaixo do esperado, os mesmos ficaram entre valores recomendados de 0,5 à 0,7 kg/dia para sistemas de produção de novilhas precoce (D'Occhio et al., 2019; Engelken, 2008; Ferrell, 1982). Além disso, outro fato que deve ser considerado é o baixo peso ao desmame das novilhas, pois esse influencia na taxa de ganho durante a fase de crescimento pós-desmame e no nível de suplementação a ser adotado em sistemas à pasto (Engelken, 2008).

As diferenças observadas no desenvolvimento dos animais entre os tratamentos ao longo do experimento afetaram as variáveis avaliadas por ultrassonografia na carcaça. Os valores de AOL apresentaram efeito a partir do D86, onde as novilhas da AOF estavam 6kg de PC mais pesadas. Desse modo, os dados de AOL seguiram no mesmo sentido que o desenvolvimento corporal, uma vez que a AOL tem alta relação com a síntese de tecido muscular (Heslin et al., 2020; Machado et al., 2019, 2020). Além disso, as novilhas mantidas na AOF apresentaram maior EGS e Gordura na P8 no D173 e D256. O valor médio de EGS no D173 para os animais da AOF foi maior que 3mm de gordura. Sabe-se que a espessura e a quantidade de tecido adiposo corporal do animal possui relação com a produção de leptina (Kawwass et al., 2015; Keisler et al., 1999; Symonds et al., 2016), e essa por sua vez está relacionada à cascata regulatória que liga o equilíbrio de energia ao eixo reprodutivo central (Amstalden et al., 2000) e também o controle do início da

puberdade. Isso pode ter contribuído pelo maior número de novilhas púberes no tratamento AOF obtidos em resposta ao protocolo de indução de puberdade no início da FR, sendo superiores aos valores obtidos por Moriel et al. (2017). De acordo com os mesmos autores, para obtenção da eficiência reprodutiva nessas novilhas é necessário que elas atinjam a puberdade antes da estação reprodutiva. Esse fato pode ser observado na proporção de novilhas púberes que ficaram gestantes no tratamento da AOF (AOF = 76,3% vs. BOF = 53,1%).

Em relação ao desempenho reprodutivo, diferenças entre os tratamentos quanto a taxa de prenhez geral e na quantidade de perdas gestacionais não foram observadas. Os valor de taxa de prenhez obtidas em ambos tratamentos estão em concordância com resultados na literatura pra novilhas *Bos indicus* expostas à reprodução aos 14 meses de idade (Day e Nogueira, 2013; Moriel et al., 2014, 2017). No entanto, mesmo não sendo observado diferença significativa entre os tratamentos, observa-se uma redução de 12,9% na taxa de prenhez e maior porcentagem de perdas gestacionais (15%) no tratamento BOF. Sabe-se que em novilhas a taxa de concepção é aumentada em 21% quando são inseminadas da primeira ovulação para o terceiro ciclo estral (Byerley et al., 1987; Perry et al., 1991) e, isso pode estar atrelado à menor quantidade de novilhas púberes do tratamento BOF antes da FR. Já em relação às perdas gestacionais, ainda são necessárias investigações porque são desconhecidas as razões que levam a esse acontecimento (Moriel et al., 2017; Reese et al., 2020).

A utilização da BOF proporcionou um aumento médio no GA durante o período experimental de 280kg com uma TL 34% maior que no tratamento da AOF. No entanto, maiores quantidades de suplemento ofertado foram observadas com a utilização da BOF, sendo que para produzir uma arroba (30 kg) de PC foram utilizados 102 kg de suplemento (12 kg à mais que a AOF) e, 1243 kg de suplemento por hectare a mais na BOF quando comparado ao tratamento da AOF. Essa maior quantidade de suplemento foi devido à maior TL, já que o consumo individual não apresentou diferença entre os tratamentos avaliados.

Tendo em vista que o aumento da produtividade da pecuária de corte à pasto de forma sustentável é uma necessidade do Brasil (Homem et al., 2021a), sistemas intensivos contribuem para aumento na produção utilizando menor área e, é nesse

sentido que a busca pela redução da idade à puberdade em novilhas *Bos indicus* tem sido utilizada, pois ela tem influência sobre a eficiência econômica do sistema de produção de carne (Day e Nogueira, 2013). Além disso, foi observado em ambos tratamentos que o desempenho individual, a TL e o GA, foram maiores que os valores médios nacionais (GMD = 0,270 kg/d; TL = 1,3 UA/ha e GA = 94 à 110 kg/ha/ano segundo Cardoso et al., 2016a; Martha et al., 2012) e os desempenhos reprodutivos semelhantes aos que costumam ser alcançados com novilhas Nelore que parem a primeira vez aos 3 ou 4 anos de idade no Brasil (Day and Nogueira, 2013).

5. CONCLUSÃO

Os critérios de manejo do pastejo afetaram as características estruturais e nutricionais do pasto e isso levou a diferenças no crescimento e nas características de carcaça dos animais entre os tratamentos. Ambos os tratamentos utilizados aumentaram a produtividade do sistema e foram eficazes na antecipação da puberdade, proporcionando assim a obtenção do desempenho reprodutivo satisfatório para novilhas Nelore destinadas a reprodução aos 14 meses. Apesar de menor taxa de prenhez na baixa oferta de forragem, a utilização desse critério proporcionou a obtenção de maior ganho por área e maior número de novilhas gestantes por hectare devido a maior taxa de lotação utilizada quando comparado com o tratamento da alta oferta de forragem. No entanto, maiores quantidades de suplemento foram ofertadas e a utilização desse critério na prática deverá ser pautada em interpretações relacionadas ao custo do suplemento e aos riscos relacionados a manutenção desses animais até a estação de parição e também na produção desses pastos no longo prazo.

6. REFERÊNCIAS

Allen CC, Tedeschi LO, Keisler DH, Cardoso RC, Alves BRC, Amstalden M, Williams GL (2017) Interaction of dietary energy source and body weight gain during the juvenile period on metabolic endocrine status and age at puberty in beef heifers. **Journal of Animal Science** 95: 2080–2088.

- Amstalden M, Garcia MR, Williams SW, Stanko RL, Nizielski SE, Morrison CD, Keisler DH, Williams GL (2000) Leptin gene expression, circulating leptin, and luteinizing hormone pulsatility are acutely responsive to short-term fasting in prepubertal heifers: Relationships to circulating insulin and insulin-like growth factor I. **Biological Reproduction** 63: 127–133.
- AOAC. 1995. Official methods of analysis. 16th ed. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.
- Barbero RP, Malheiros EB, Aguilar NM, Romanzini EP, Ferrari AC, Nave RLG, Mullinks JT, Reis RA (2020) Supplementation level increasing dry matter intake of beef cattle grazing low herbage height. **Journal Apply Animal Research** 48: 28–33.
- Barbero RP, Malheiros EB, Araújo TLR, Nave RLG, Mulliniks JT, Berchielli TT, Ruggieri AC, Reis RA (2015) Combining Marandu grass grazing height and supplementation level to optimize growth and productivity of yearling bulls. **Animal Feed Science Technology**. 209: 110–118.
- Bircham JS, Hodgson J (1983) The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management. **Grass and Forage Science** 38: 323–331.
- Blaser RE (1988) Pasture-animal management to evaluate plants and to develop forage systems. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 9. 1988, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ 1-39.
- Boval M, Edouard N, Sauvant D (2014) A meta-analysis of nutrient intake, feed efficiency and performance in cattle grazing on tropical grasslands. **Animal** 9: 973–982.
- BRCORTE (2016) Exigências Nutricionais de Zebuínos Puros e Cruzados. - 3. ed. - Viçosa (MG): UFV, DZO.
- Byerley DJ, Staigmiller RB, Berardinelli JG, Short RE (1987) Pregnancy rates of beef heifers bred either on puberal or third estrus. **Journal of Animal Science** 65, 654–650.
- Cappelozza BI, Cooke RF, Guarnieri Filho TA, Bohnert DW (2014) Supplementation based on protein or energy ingredients to beef cattle consuming low-quality cool-season forages: I. Forage disappearance parameters in rumen-fistulaed steers

- and physiological responses in pregnant heifers. **Journal of Animal Science** 92: 2716–2724.
- Cardoso AS, Berndt A, Leytem A, Alves BJR, Carvalho INO, Barros Soares LH, Urquiaga S, Boddey RM (2016) Impact of the intensification of beef production in Brazil on greenhouse gas emissions and land use. **Agricultural System** 143, 86–96.
- Carvalho PCF, Bremm C, Mezzalira JC, Fonseca L, Da Trindade JK, Bonnet OJF, Tischler M, Genro TCM, Nabinger C, Laca EA (2015) Can animal performance be predicted from short-term grazing processes? **Animal Production Science** 55: 319–327.
- Casagrande DR, Azenha MV, Valente ALS, Vieira BR, Moretti MH, Ruggieri AC, Berchielli TT, Reis RA (2011) Canopy characteristics and behavior of nellore heifers in brachiaria brizantha pastures under different grazing heights at a continuous stocking rate. **Revista Brasileira de Zootecnia** 40: 2294–2301.
- Ciccioli NH, Charles-Edwards SL, Floyd C, Wettemann RP, Purvis HT, Lusby KS, Horn GW, Lalman DL (2005) Incidence of puberty in beef heifers fed high- or low-starch diets for different periods before breeding. *Journal of Animal Science* 83: 2653–2662.
- Costa CM, Difante GS, Costa ABG, Gurgel ALC, Ferreira MAJ, Santos GT (2021) Grazing intensity as a management strategy in tropical grasses for beef cattle production: a meta-analysis. **Animal** 100192: 1–8.
- D'Occhio MJ, Baruselli PS, Campanile G (2019) Influence of nutrition, body condition, and metabolic status on reproduction in female beef cattle: A review. **Theriogenology** 125: 277–284.
- Da Silva FF, De Sá JF, Schio AR, Ítavo LCV, Silva RR, Mateus RG (2009) Suplementação a pasto: Disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia** 38: 371–389.
- Da Silva SC, Gimenes FMA, Sarmento DOL, Sbrissia AF, Oliveira DE, Hernandez-Garay A, Pires A V (2013) Grazing behaviour, herbage intake and animal performance of beef cattle heifers on marandu palisade grass subjected to intensities of continuous stocking management. **Journal Agriculture Science** 151: 727–739.

- Day ML, Nogueira GP (2013) Management of age at puberty in beef heifers to optimize efficiency of beef production. **Animal Frontier** 3: 6–11.
- 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.
- Detmann E, Paulino MF, Valadares Filho SC, Huhtanen P (2014a). Nutritional aspects applied to grazing cattle in the tropics: A review based on Brazilian results. **Semina Ciências Agrárias** 35, 2829–2854.
- Detmann E, Valadares Filho SC, Paulino MF (2016) Predição do valor energético de dietas para bovinos a partir da composição química dos alimentos. In: Valadares Filho SC. Nutrient Requirements of Zebu and Crossbred Cattle – BR CORTE. 3d.
- Detmann E, Valente EEL, Batista ED, Huhtanen P (2014b) An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. **Livestock Science** 162: 141-153.
- Engelken TJ (2008) Developing replacement beef heifers. **Theriogenology** 70: 569–572.
- Ferraz JBS, Felício PE (2010). Production systems - An example from Brazil. **Meat Science** 84: 238–243.
- Ferrell CL (1982) Effects of postweaning rate of gain on onset of puberty and productive performance of heifers of different breeds. **Journal of Animal Science** 55: 1272–1283.
- Forbes TD, Rouquette Jr FM (2007) Forage-Animal Interface: Grazing Behavior and Nutrient Intake. **Encyclopedia of Animal Science** 1–4.
- Funston RN, Larson DM (2011) Heifer development systems: Dry-lot feeding compared with grazing dormant winter forage. **Journal of Animal Science** 89: 1595–1602.
- Goering HK; Van Soest PJ (1970) Forage fiber analysis. Washington: **USDA, Agricultural Research Service**, 1970. 1 v. (USDA. Handbook, 379).
- Heslin J, Kenny DA, Kelly AK, McGee M (2020) Age at puberty and pregnancy rate in beef heifer genotypes with contrasting nutritional intake from 8 to 13 months of age. **Animal Reproduction Science** 212: 106221.

- Homem BGC, Lima IBG, Spasiani PP, Ferreira IM, Boddey RM, Bernardes TF, Dubeux JCB, Casagrande DR (2021) Palisadegrass pastures with or without nitrogen or mixed with forage peanut grazed to a similar target canopy height. 1. Effects on herbage mass, canopy structure and forage nutritive value. **Grass and Forage Science** 1–13.
- Huhtanen P, Kaustell K, Jaakkola S (1994) The use of internal markers to predict total digestibility and duodenal flow of nutrients in cattle given six different diets. **Animal Feed Science and Technology**. 48:211-227.
- Kawwass J, Summer R, Kallen CB (2015). Direct Effects of Leptin and Adiponectin on Peripheral Reproductive Tissues: A Critical Review. **European Society of Human Reproduction and Embryology** 21: 617–632.
- Keisler DH, Daniel JA, Morrison CD (1999) The role of leptin in nutritional status and reproductive function. **Journal of Reproduction and Fertility Supplement** 54: 425–435.
- Kunrath TR, Nunes PAA, Souza Filho W, Cadenazzi M, Bremm C, Martins AP, Carvalho PCF (2020) Sward height determines pasture production and animal performance in a long-term soybean beef cattle integrated system. **Agricultural Systems** 177: 102716.
- Lemaire, G.; Chapman, D. Tissue flows in grazed plant communities. 1996.
- 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.
- Machado AF, Guimarães SEF, Guimarães JD, Santos GM, Silva AL, Silva YFRS, Netto DSL, Correa PVF, Marcondes MI (2020) Effect of protein supplement level on the productive and reproductive parameters of replacement heifers managed in intensive grazing systems. **Plos One** 15: 1–21.
- Machado WS, Brandao VLN, Morais VCL, Detmann E, Rotta PP, Marcondes MI (2019) Supplementation strategies affect the feed intake and performance of grazing replacement heifers. **Plos One** 14: 1–17.
- Martha GB Jr, Alves E, Contini E (2012) Land-saving approaches and beef production growth in Brazil. **Agricultural Systems**. 110, 173–177.

- McCartor, M.M., Rouquette, FM (1977) Grazing Pressures and Animal Performance from Pearl Millet. **Agronomy Journal**. 69, 983–987.
- Meneghetti M, Sá Filho OG, Peres RFG, Lamb GC, Vasconcelos JLM (2009) Fixed-time artificial insemination with estradiol and progesterone for *Bos indicus* cows I: Basis for development of protocols. **Theriogenology** 72: 179–189.
- Millen DD, Arrigoni MDB (2013) Drivers of change in animal protein production systems: Changes from “traditional” to “modern” beef cattle production systems in Brazil. **Animal Frontier** 3: 56–60.
- Moraes EHBK, Paulino MF, Andreatta K, Moraes K, Figueiredo DM, Valadares Filho SC, Paulino PVR, Couto VRM (2009) Exigências de energia de bovinos de corte em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia** 38, 933-40
- Moriel P, Cooke RF, Bohnert DW, Vendramini JMB, Arthington JD (2012) Effects of energy supplementation frequency and forage quality on performance, reproductive, and physiological responses of replacement beef heifers. **Journal of Animal Science** 90: 2371–2380.
- Moriel P, Johnson SE, Vendramini JMB, Mercadante VRG, Hersom MJ, Arthington JD (2014) Effects of calf weaning age and subsequent management system on growth and reproductive performance of beef heifers. **Journal of Animal Science** 92: 3096–3107.
- Moriel P, Lancaster P, Lamb GC, Vendramini JMB, Arthington JD (2017) Effects of post-weaning growth rate and puberty induction protocol on reproductive performance of -influenced beef heifers. **Journal of Animal Science** 95: 3523.
- Moriel P, Palmer E, Vedovatto M, Piccolo MB, Ranches J, Silva HM, Mercadante VRG, Lamb GC, Vendramini JMB (2020) Supplementation frequency and amount modulate post-weaning growth and reproductive performance of *Bos indicus*-influenced beef heifers. **Journal of Animal Science** 98.
- Mott G e Lucas H (1952) The design, conduct, and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In Proceedings of the Sixth International Grassland Congress, 17–23 August 1952, State College Press, PA, USA, 1380–1385.

- Mott GO (1960) Grazing pressure and the measurement of pasture production. In: International Grassland Congress, 8. Reading, 1960. **Proceedings...** British Grassland Association. p.606-611.
- Pereira JM, Rezende CP, Borges AMF, Homem BGC, Macedo TM, Alves BJR, Sant'Anna SAC, Urquiaga S, Boddey RM (2019) Production of beef cattle grazing on *Brachiaria brizantha* (Marandu grass) - *Arachis pintoi* (forage peanut cv. Belomonte) mixtures exceeded that on grass monocultures fertilized with 120 kg N/ha. **Grass and Forage Science** 75: 1–9.
- Perry RC, Corah LR, Cochran RC, Brethour JR, Olson KC, Higgins JJ (1991) Effects of hay quality, breed and ovarian development on onset of puberty and reproductive performance of beef heifers. *Journal of Production Agriculture* 4, 13–18.
- Reese ST, Franco GA, Poole RK, Hood R, Fernandez Montero L, Oliveira Filho RV, Cooke RF, Pohler KG (2020) Pregnancy loss in beef cattle: A meta-analysis. **Animal Reproduction Science** 212:106251.
- Reis RA, Ruggieri AC, Casagrande DR, Páscoa AG (2009) Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. *Revista Brasileira de Zootecnia* 38: 147-159.
- Reis RA, Ruggieri AC, Oliveira AA, Azenha, MV, Casagrande DR (2012) Suplementação como Estratégia de Produção de Carne de Qualidade em Pastagens Tropicais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** 13: 642-655.
- Robertson JB, Van Soest PJ (1981) The detergent system of analysis and its application to human foods. In 'The analysis of dietary fiber in food'. (Eds WPT James, O Theander) pp. 123–158. (Marcel Dekker Press: Nova York, NY).
- Rouquette Jr FM (2015) Grazing Systems Research and Impact of Stocking Strategies on Pasture–Animal Production Efficiencies. **Crop Science** 55: 2513–2530.
- Sbrissia AF, Da Silva SC (2008) Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia** 37: 35–47.

- Sbrissia AF, Da Silva SC, Sarmento DOL, Molan LK, Andrade FME, Gonçalves AC, Lupinacci A V (2010) Tillering dynamics in palisadegrass swards continuously stocked by cattle. **Plant Ecology**. 206: 349–359.
- Sbrissia AF, Schmitt D, Duchini PG, Da Silva SC (2020) Unravelling the relationship between a seasonal environment and the dynamics of forage growth in grazed swards. **Journal of Agronomy and Crop Science** 206: 630–639.
- Sollenberger LE, Moore JE, Allen VG, Pedreira CGS (2005) Reporting forage allowance in grazing experiments. **Crop Science** 45: 896–900.
- Sollenberger LE; Cherney DJR (1995) Evaluating Forage Production and Quality. The science of grassland agriculture. Iowa State University Press, 97-110.
- Springman SA, Nielson HR, Meyer TL, Funston RN (2017) Effect of postweaning heifer development system on average daily gain, pregnancy rates, and subsequent feed efficiency as a pregnant heifer. **Journal of Animal Science** 95: 5320–5326.
- Symonds ME, Dellschaft N, Pope M, Birtwistle M, Alagal R, Keisler D, Budge H (2016) Developmental programming, adiposity, and reproduction in ruminants. **Theriogenology** 1–10.
- USDA (2019) USDA Agricultural Projection to 2028. United States Dep. Agric. 108p.
- Valadares Filho SC, Lopes, SA, Silva, BC, Chizzotti, ML (2018) CQBAL 4.0 Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Ruminantes. Disponível em: www.cqbal.com.br.
- Valente TN, Detmann E, Queiroz AC, Valendares Filho SC, Gomes DI, Figueiras JF (2011) Evaluation of ruminal degradation profiles of forages using bags made from different textiles. *Revista Brasileira de Zootecnia* 40: 2565–2573.
- Van Soest PJ; Robertson JB (1985) Analysis of forages and fibrous foods. Ithaca: Cornell University Press, 202p.

CAPÍTULO 3 - EFEITO DO TEMPO DE CONFINAMENTO SOBRE O CONSUMO E DESEMPENHO DE NOVILHAS NELORE

Resumo: O objetivo foi avaliar o efeito do tempo de confinamento (TC) sobre o consumo de matéria seca (CMS) e desempenho de novilhas Nelore. Cinquenta e uma novilhas Nelore [$324 \pm 19,3$ kg de peso corporal (PC); 16 ± 1 meses], foram blocadas pelo PC inicial e características obtidas por ultrassom de carcaça em três TC: 45, 75 ou 105 dias. Os animais foram alocados em 18 baias [17 novilhas/tratamento; 6 currais/tratamento (5 currais com 3 novilhas e 1 curral com 2 novilhas)]. As novilhas foram alimentadas *ad libitum*, admitindo sobras de 3%. A dieta foi composta por silagem de milho, milho moído, farelo de soja, gordura protegida e núcleo mineral. Ao final de cada TC, as novilhas foram pesadas para obtenção do PC final e foram mensuradas medidas na carcaça por ultrassom. No dia seguinte os animais foram encaminhados para abate em frigorífico comercial. O PC final e o peso de carcaça quente final (PCQ) aumentaram linearmente ao longo dos TC ($P < 0,001$; 105 dias = 442 e 244 kg, 75 dias = 411 e 228 kg e 45 dias = 374 e 206 kg, respectivamente para PC final e PCQ final). O CMS, a espessura de gordura subcutânea (EGS) e a área de olho de lombo (AOL) aumentaram ao longo do TC (efeito linear; $P \leq 0,01$; 45 dias = 7,10 kg/dia, 5,05 mm e 64,3 cm²; 75 dias = 7,68 kg/dia, 5,69 mm e 68,5 cm² e 105 dias = 7,79 kg/dia, 7,04 mm e 73,3 cm², respectivamente). O ganho de AOL (cm²/dia; $P = 0,814$) e EGS (mm/dia; $P = 0,402$) foram similares entre os TC, mas o ganho de gordura na garupa (EGP8) apresentou efeito quadrático ($P = 0,007$) com os aumentos dos TC. O TC não afetou o ganho de peso corporal ($P = 0,807$), ganho de carcaça ($P = 0,953$) e eficiência alimentar de carcaça ($P = 0,840$). No entanto, o ganho total de carcaça aumentou com o TC (efeito linear; $P < 0,01$; 33, 55 e 80 kg, respectivamente para os tratamentos 45, 75 e 105 dias de confinamento). Aumento da proporção de traseiro (efeito quadrático; $P < 0,001$) e da ponta de agulha (efeito linear; $P = 0,029$) foram obtidos com o aumento dos TC; no entanto, redução da proporção do dianteiro na carcaça (efeito quadrático; $P = 0,011$). Em conclusão, 105 dias de confinamento pode ser usado para novilhas Nelore pois não foi observado redução na eficiência alimentar. Além disso, obteve-se maior rendimento e peso de carcaça, carcaças com maior cobertura de gordura e maior proporção de traseiro.

Palavras chaves: desempenho; dias de alimentação; eficiência alimentar, ganho em carcaça; novilhas Nelore

EFFECT OF FEEDLOT TIME ON INTAKE AND PERFORMANCE OF NELLORE HEIFERS

ABSTRACT: The objective was to evaluate the effect of feedlot time (FT) on dry matter intake (DMI) and the performance of Nellore heifers. Fifty-one Nellore heifers [324±19.3 kg of body weight (BW); 16±1 months], blocked by initial BW and stratified by carcass ultrasound, were divided into three FT: 45, 75 or 105 days. The animals were placed in 18 pens [17 heifers/treatment; 6 pens/treatment (5 pens with 3 heifers and 1 pen with 2 heifers)]. The animals were fed *ad libitum* allowing 3% of refusals. The diet consisted of corn silage, ground corn, soybean meal, protected fat and minerals. At the end of each FT, heifers were weighted to obtain the shrunk final BW and ultrasound measurements were taken on the carcass. The following day, the animals were slaughtered in a commercial slaughterhouse. The final BW and hot carcass weight (HCW) increased linearly over the FT ($P < 0.001$; (45 days = 374 e 206 kg to BW and HCW, respectively). The DMI, backfat thickness (BFT) and rib eye area (REA) increased over FT (linear effect; $P \leq 0.01$; 45FD = 7.10kg/d, 5.05mm and 64.3cm²; 75FD = 7.68kg/d, 5.69mm and 68.5cm² and 105FD = 7.79kg/d, 7.04mm and 73.3cm²). Maintenance of REA (cm²/d; $P = 0.814$) and BFT (mm/d; $P = 0.402$) gain rates were observed, but the gain of fat in the rump with the increase in FT had a quadratic effect (mm/d; $P = 0.007$). FT did not affect body weight gain ($P = 0.807$), carcass gain ($P = 0.953$) and carcass feed efficiency ($P = 0.840$). However, total carcass gain increased over FT (linear effect; $P < 0.01$; 33, 53 and 80 kg, respectively, to 45, 75 and 105 days of feedlot). An increase in the proportion of hindquarters (quadratic effect; $P < 0.001$) and of the thin flank (linear effect; $P = 0.029$) were observed; however, the proportion of the forequarter in the carcass decreased (quadratic effect; $P = 0.011$) with the increase in FT. In conclusion, 105 days of feedlot can be used for Nellore heifers as no reduction in feed efficiency was observed. In addition, higher yield and carcass weight were obtained, carcasses with higher fat coverage and a higher proportion of hindquarters.

Keywords: carcass gain; feed efficiency; days on feed; Nellore heifers; performance.

1. INTRODUÇÃO

A pecuária de corte no Brasil é caracterizada por animais terminados em pastagem (Lobato et al., 2014; Millen et al., 2011). No entanto, vem ocorrendo mudanças no setor produtivo, principalmente com relação ao aumento no número de animais confinados, onde em 2015, 10,9% dos animais abatidos vieram de confinamento (ANUALPEC, 2017) e em 2019 passou para 14,1% (Abiec, 2020). Além disso, aumento no abate de novilha em relação ao total de fêmeas abatidas vem sendo observado (IBGE, 2019).

A redução das margens de rentabilidade da pecuária no Brasil nos últimos anos, pressiona o produtor a aumentar o peso da carcaça e reduzir a idade de abate (Nogueira, 2018). Nesse contexto, o confinamento é ferramenta chave no sistema, pois reduz o tempo necessário para alcançar o peso de abate e melhorar as características de qualidade da carcaça (Sampaio et al., 2017). O aumento no peso de carcaça dilui os altos custos da reposição [aquisição de animais e o ágio, Missio et al. (2009)] e proporciona vantagens que beneficiam tanto o pecuarista como a indústria. Contudo, com o aumento no peso de abate, em confinamento, redução no desempenho animal pode ser observado (Arboitte et al., 2004; Da Costa et al., 2002), devido a maior deposição de gordura na carcaça. Assim, como o mercado brasileiro não remunera carcaças com mais gordura e marmoreio, observa-se a adoção de menores TC nos sistemas de terminação nacionais (Pinto e Millen, 2018).

Efeito do TC sobre as características de carcaça e desempenho de novilhas foi reportado na literatura na década de 70 para animais taurinos (Zinn et al., 1970). Esses estudos auxiliam no entendimento sobre a dinâmica de deposição de tecidos (Owens et al., 1995, 1993), possibilitando a obtenção da eficiência de conversão de alimento em carcaça ao longo do processo de terminação (Yambayamba et al., 1996). No entanto, a literatura nacional possui poucos estudos que avaliaram o efeito do TC sobre as características produtivas e deposição de carcaça de novilhas Nelore que receberam alta suplementação durante a recria (Rezende et al., 2019).

Nesse contexto, objetivou-se avaliar o efeito do TC sobre o desempenho, consumo e eficiência alimentar de novilhas Nelore que foram recriadas intensivamente, gerando informações que poderão auxiliar na determinação do melhor momento de abate desses animais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local do experimento e clima

O experimento foi conduzido na unidade de pesquisa da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), Polo Regional Alta Mogiana, no município de Colina – SP, Brasil. O clima da região é do tipo AW (Köppen). Esta pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Departamento de Descentralização do Desenvolvimento (CEUA-DDD; Protocolo nº 0003/2020), estando todos os procedimentos aqui realizados de acordo com as normas editadas pelo Conselho Nacional de controle de experimentação Animal (CONCEA).

2.2. Animais, manejo e período experimental

Foram utilizadas 51 fêmeas bovinas da raça Nelore com ($324 \pm 19,3$ kg de peso corporal (PC) e 16 ± 1 meses de idade). Esses animais foram oriundos da própria instituição e receberam durante a recria alta suplementação a pasto (próxima de 10 g/kg do PC de suplemento). O período experimental foi de junho (01/06) a setembro (16/09) de 2020, sendo 105 dias experimentais (Figura 1). O experimento foi realizado em confinamento com baias coletivas de 120 m² (seis metros lineares de cocho e 20 m de profundidade) cada. As baias possuíam bebedouros com capacidade de 1500 L, compartilhados para duas baias. No dia 0 do experimento, os animais foram bloqueados pelo PC inicial em jejum (restrição de alimento e água por 16 horas) e características das carcaças medidas por ultrassonografia, sendo sorteados aleatoriamente entre os tratamentos de modo que não existissem diferenças entre os tratamentos [PC inicial = 324 kg $\pm$ 19,3 (P = 0,156); AOL (cm²) = 56,2 $\pm$ 3,09 (P = 0,631), AOL/100kg = 17,5 $\pm$ 0,398 (P = 0,548); Marmoreio = 2,98 $\pm$ 0,158 (P = 0,899); EGS = 3,5 mm $\pm$ 0,214 (P = 0,884); EGS/100kg = 1,09 $\pm$ 0,037 (P = 0,968); EGP8 = 6,73 mm $\pm$ 0,484 (P = 0,497)]. As novilhas foram divididas em 6 blocos de peso, sendo 5 baias com 3 animais por baia e 1 baia com 2 animais, totalizando 17 animais para cada TC. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (PC inicial como fator de blocagem). A baia foi considerada a unidade experimental, sendo 6 baias para cada TC. Os tratamentos foram constituídos por três TC, sendo 45, 75, 105 dias de

confinamento (DC), onde os 15 primeiros dias foram considerados como adaptação à dieta.

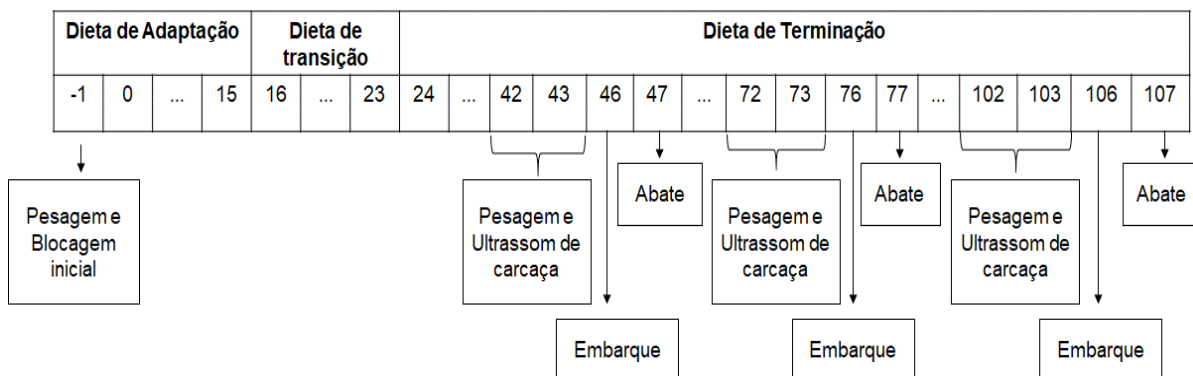


Figura 1: Esquema experimental e as respectivas atividades realizadas em cada dia.

2.3. Dieta e manejo alimentar

A dieta foi formulada para atender as exigências nutricionais, para um ganho estimado de 1,2 kg/dia, segundo o sistema *Cornell Net Carbohydrate and Protein System* (Fox et al., 2004; Tabela 1). Durante os primeiros 15 dias, foi fornecida uma dieta inicial de adaptação. A dieta de transição teve composição média entre a dieta de adaptação e de terminação sendo fornecidas entre o 16º ao 22º dia. Do 23º ao 105º dia foi fornecida somente a dieta de terminação. A dieta foi distribuída somente uma vez ao dia, sempre as 8:30h da manhã, por meio de um vagão de mistura total (Casale® Rotomix Express – São Carlos, SP, Brasil) com capacidade de 6,5m³, dotado de balança para pesagem dos ingredientes e distribuição nas baias. É importante ressaltar que não houve ajustes na formulação da dieta no decorrer do estudo com o intuito de não favorecer os últimos tratamentos e/ou prejudicar os primeiros em decorrência de diferenças no aporte energético das dietas ofertadas. É uma estratégia comum entre os nutricionistas, onde realizam ajustes nas formulações em diferentes momentos no confinamento à medida que os animais ganham peso, cujo objetivo é manter o consumo de energia pelos animais em confinamento.

Tabela 1: Composição da dieta utilizada ao longo do confinamento.

Ingredientes	% na MS		
	Adaptação ¹	Transição ²	Terminação ³
Silagem de Milho	56,5	40,5	24,6
Farelo de Soja	10,0	7,00	4,00
Milho	29,9	47,2	64,4
BeefFat ⁴	1,00	2,25	3,50
Premix Mineral ⁵	2,60	3,05	3,50
Valor nutricional da dieta (MS)			
Matéria seca (g/kg)	524	578	634
Matéria orgânica (g/kg)	939	946	952
Proteína bruta (g/kg)	160	156	145
Fibra em detergente neutro (g/kg)	331	276	212
Fibra em detergente ácido (g/kg)	175	144	100
Extrato etéreo (g/kg)	33,2	43,9	44,7
Matéria Mineral (g/kg)	61,1	53,7	48,1
NDT (g/kg)	790	825	860
ELm (Mcal/Kg)	1,74	1,83	1,91
ELg (Mcal/Kg)	1,03	1,15	1,26

¹Dieta de adaptação: fornecida durante os primeiros 15 dias; ²Dieta de transição: fornecida no 15º ao 22º dia; ³Dieta de terminação do 23º aos 105 dia de alimentação; ⁴BeefFat, sais de cálcio de óleo de soja (Vaccinar, Belo Horizonte, MG, Brazil); ⁵Premix Mineral: Bell Peso Extra (Trow Nutrition, Campinas, SP, Brazil) - Níveis de garantia: Cálcio: 90g/kg, Fósforo: 10,0g/kg, Sódio: 40 g/kg, Enxofre: 17 g/kg, Zinco: 1060 mg/kg, Cobre: 285 mg/kg, Flúor: 167 mg/kg, Manganês: 825 mg/kg, Cobalto: 17 mg/kg, Iodo: 21 mg/kg, Selênio: 5 mg/kg, Monensina Sódica: 630 mg/kg, Ureia: 355,9 g/kg (NNP: 1000g/kg)

2.4. Desempenho, consumo de matéria seca, conversão alimentar e eficiência alimentar.

O desempenho foi obtido realizando pesagem das novilhas em jejum (16horas de jejum de sólido e líquido) nos dias 0, 45, 75 e 105 dias. O ganho médio diário (GMD) foi determinado pela diferença entre o PC final em jejum dos respectivos tempos de abates em relação ao PC inicial em jejum (D0) dividido pelos dias do período. O consumo de matéria seca (CMS; KgMS/animal/dia) foi obtido pela diferença entre a quantidade de alimento ofertado menos sobra diária de cada baia no dia seguinte, dividido pelo número de animais da baia. Foi calculado a eficiência alimentar ($GMD_{\text{médio.período}} / CMS_{\text{média.dia.período}}$). A energia líquida de ganho (ELg; Mcal/dia) foi calculada pela equação $EL_G = GMD^{1,097} [0,0493 PC^{0,75}]$ onde PC é o peso corporal médio e GMD é o ganho de peso médio diário (NRC, 1984). A energia de manutençã

(EMm, Mcal/dia) foi calculada pela equação $EMm = 0,077 PC^{0,75}$ (Lofgreen and Garrett, 1968). O consumo de energia líquida de ganho da dieta (ELg; Mcal/kg de MS) foi calculado em função da energia líquida de manutenção (ELm; Mcal/kg de MS) pela equação $ELg = 0,877 E_{Lm} - 0,41$ (Zinn and Shen, 1998) e a ELm da dieta, calculada pela equação: $x = [-b \pm (b^2 - 4ac)^{0,5}] / 2c$, onde: $x = E_{Lm}$; $a = -0,41 EM$; $b = 0,877 EM + 0,41 CMS + EG$; $c = -0,877 CMS$ (Zinn e Shen, 1998).

2.5. Ultrassonografia de carcaça

A ultrassonografia de carcaça foi realizada em 4 momentos em todas as novilhas experimentais. A medida tomada no dia 0 do experimento foi usada como critério de estratificação para a formação dos lotes do confinamento. No D0 e D45 a medição foi feita nas 51 novilhas, no D75 em 34 novilhas e no D105 de alimentação em 17 novilhas. O equipamento utilizado foi ultrassom veterinário PIEMEDICAL – Scanner 200, com sonda linear (ASP-18), de frequência de 3,5 MHz. As mensurações foram feitas por meio de imagens ultrassônicas onde se obteve a área de olho de lombo (AOL; cm²), espessura de gordura subcutânea (EGS, mm), grau de marmoreio (escore de 1 a 10). As imagens foram tomadas entre a 12^a e 13^a costela, transversal ao músculo *Longissimus dorsi*, de modo que a espessura de gordura seja medida no terço médio distal da área de olho de lombo. Já a espessura de gordura na picanha (EGP8) foi tomada na posição longitudinal entre os ossos do íleo e ísquio na garupa (junção do músculo *Gluteus medius* e *Bíceps femoris*). Em todas as avaliações utilizou-se óleo vegetal como acoplante acústico.

2.6. Abates e características de carcaça

Foram abatidas 17 novilhas ao final de cada TC. Os abates foram realizados em frigorífico comercial na cidade de Barretos/SP distante 20 km da APTA-Colina/SP. Os procedimentos de abate seguiram o Regulamento de Inspeção Sanitária e Industrial para Produtos de Origem Animal (BRASIL, 2000). Após o abate, todas as carcaças foram identificadas e pesadas, sendo obtido o peso de carcaça quente (PCQ) e o rendimento de carcaça quente [$RCARq = PCQ_{(D45, D75 e D105)} / PCj_{(D45, D75 e D105)}$] em cada TC. Após 24 horas na câmara fria (2°C), as carcaças foram novamente

pesadas obtendo assim o peso de carcaça fria (PCF). Na meia-carcaça direita (PMCd), foi realizada a pesagem dos cortes primários (dianteiro, ponta de agulha e traseiro) conforme preconiza a PADRONIZAÇÃO DE CORTES DE CARNE BOVINA, aprovada pela Portaria SIPA nº 5, de 08 de novembro de 1988, e calculadas as proporções em relação ao peso da meia carcaça direita. Para a obtenção do rendimento do ganho (RG) e ganho em carcaça total, determinou-se o peso de carcaça inicial ($PCQ_{(D0)}$) conforme a equação proposta por Benedeti et al. (2021): $PCQ_{(D0)} = -11 + P + [(0,609 + G + B) * PCj_{(D0)}]$, $R^2=0,98$, onde P = efeito da planta de abate (abate comercial = -10,98 e abate experimental = 0); G = efeito de sexo (se macho castrado = 0; macho inteiro = 0,008169 e novilha = -0,00612); B = efeito de genótipo (se Zebu = 0, cruzado de corte = -0,01595 e cruzado de leite = -0,03301) e $PCj_{(D0)}$ = peso corporal em jejum inicial (D0). Os animais apresentaram PCj médio no D0 = 324 ± 44 kg e $PCAR_{(D0)}$ estimada = 175 ± 27 kg e RC = $53,5 \pm 0,9\%$. Assim o RG foi calculado pela formula: $RG = [(PCQ_{(D45, D75 e D105)} - PCQ_{(D0)}) / (PCj_{(D45, D75 e D105)} - PCj_{(D0)}) \times 100]$, de acordo com (Sampaio et al., 2017). O ganho em carcaça total (GCT) foi obtido pela diferença entre a PCQ no D45, 75 e 105 em relação ao PCQ no D0.

2.7. Análises estatísticas

As variáveis foram avaliadas através de um delineamento em blocos casualizados (DBC), sendo os animais blocados de acordo com o peso corporal inicial em jejum e estratificadas pelas características de carcaça tomadas no dia 0 do experimento, em três tratamentos (45, 75 e 105 dias de confinamento) e seis blocos (baias). Os tratamentos foram considerados como efeito fixo e o bloco efeito aleatório. O modelo matemático utilizado foi:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + e_{ij}$$

Onde Y_{ij} = valor observado na unidade experimental (baia) que recebeu o tratamento i no bloco j ; μ = efeito geral da média; B_j = efeito do bloco j ; T_i = efeito do tratamento i ; e_{ij} = erro experimental (resíduo).

As médias foram comparadas por contrastes ortogonais polinomiais (linear e quadrático), sendo considerado o nível de significância de 5% de probabilidade, utilizando o PROC MIXED do SAS (SAS Institute, Inc. Cary, NC).

3. RESULTADOS

3.1. Consumo, desempenho, e ganho em carcaça

Não foi observado diferença no PCj inicial e no PCQ inicial estimada ($P > 0,05$) para os diferentes TC avaliados. Aumento linear do PCj final ($P < 0,01$), PCQ final ($P < 0,01$) e o GCT ($P < 0,001$) foi observado com o aumento do TC. Observou-se ganhos de carcaça de 32,8, 55,5 e 79,3 kg, respectivamente, para 45DC, 75DC e 105DC. Não foi observado efeito do TC no GMD e no GMDc ($P = 0,807$ e $P = 0,953$, respectivamente). Do mesmo modo, não foi observado efeito do TA sobre o CMS (% PCj), EA, EAc e RG ($P \geq 0,159$). O CMS médio (kg/dia) aumentou linearmente com os dias de confinamento ($P = 0,001$). Além disso, foi observado aumento linear no RC ($P = 0,004$, Tabela 2).

Tabela 2: Desempenho, consumo, ganho em carcaça e eficiência alimentar de novilhas Nelore recebendo diferentes tempos de confinamento.

Item	Tempo de confinamento			EPM	Efeitos	
	45	75	105		Linear	Quadrático
Desempenho Geral						
PCj inicial, kg)	325	325	321	19,3	0,102	0,288
PCj final (kg)	374	411	442	20,3	<0,001	0,432
GMD (kg)	1,17	1,21	1,20	0,046	0,652	0,644
Consumo						
CMS (kg/dia)	7,10	7,68	7,79	0,212	0,001	0,099
CMS (% do PCj)	2,20	2,26	2,20	0,001	0,880	0,158
EA (kg GMD/kg CMS)	0,163	0,157	0,155	0,006	0,354	0,745
ELm ¹ (Mcal/kg MS)	1,82	1,80	1,82	0,056	0,973	0,683
ELg dieta ² (Mcal/Kg MS)	1,19	1,17	1,19	0,049	1,000	0,656
Carcaça						
³ PCQ inicial (Kg)	174	174	171	11,6	0,118	0,234
PCQ final (Kg)	207	229	251	11,7	<0,001	0,830
GCT (kg)	33,0	55,0	80,0	2,50	<0,001	0,633
GMDc (Kg/dia)	0,776	0,775	0,787	0,031	0,798	0,869
EAc (kg GMDc/ kg CMS)	0,109	0,101	0,102	0,004	0,159	0,345
⁴ RG (%)	67,1	64,4	66,0	1,77	0,179	0,646
RC (%)	55,2	55,7	56,8	0,003	0,004	0,434

PCj = peso corporal em jejum (restrição alimentar de sólidos e líquidos por 16 horas); GMD = ganho médio diário; CMS = consumo de matéria seca; GCT = Ganho de carcaça total; EA = eficiência alimentar; GMDc = ganho média diário em carcaça; EAc = eficiência alimentar de carcaça; RC = rendimento de carcaça; EPM= erro padrão da média. ³Estimado pela equação:

[...] **continuação da tabela 2:** $PCQ_{\text{inicial}} = -11,0 - 10,98 + [(0,609 - 0,00612) \times PCj_{(D0)}]$, proposta por (Benedeti et al., 2021); ¹Elm = energia líquida de manutenção da dieta (Zinn e Shen, 1998); ²ELg = energia líquida de ganho da dieta (Zinn and Shen, 1998) ⁴Equação: $\text{Rendimento do ganho (RG)} = [(PCQ_{\text{final}} - PCQ_{\text{inicial}}) / (PCj_{\text{final}} - PCj_{\text{inicial}})] \times 100$, onde: PCQ = peso carcaça quente e PCj = Peso Corporal jejum).

3.2. Ultrassonografia de carcaça

Para as características de carcaça avaliadas por ultrassonografia foi observado aumento linear da AOL ($P < 0,01$). A EGS aumentou linearmente ($P < 0,01$) entre os tempos de confinamentos, sendo o maior valor observado nas novilhas que ficaram se alimentando por 105 dias. A AOL/100 e o marmoreio não foram alterados nos TC estudados ($P > 0,05$). A EGS/100 e a EGP8 aumentaram com o TC (Efeito linear, $P = 0,034$ e $P < 0,01$, respectivamente). A EGP8 aumentou linearmente com o aumento do TC avaliados ($P < 0,01$), mas não foi observado um aumento expressivo nas novilhas que ficaram 75 para 105 DC. No mesmo sentido, o ganho de EGP8 aumentou até 75 DC (efeito quadrático; $P = 0,007$), reduzindo posteriormente. Além disso, também não foi observado efeito do TC no ganho de EGS ($P > 0,05$) e nem no ganho de AOL ($P > 0,05$).

Tabela 3: Características de carcaça medidas por ultrassonografia em novilhas Nelore recebendo diferentes tempos de confinamento.

Item	Tempo de confinamento			EPM	Efeitos	
	45	75	105		Linear	Quadrático
Características de carcaça						
AOL (cm ²)	64,3	68,5	73,3	2,80	<0,01	0,852
AOL/100kg	16,6	16,0	15,8	0,363	0,164	0,699
MARMOREIO	3,11	3,47	3,44	0,134	0,078	0,210
EGS (mm)	5,05	5,69	7,04	0,400	<0,01	0,365
EGS / 100kg	1,29	1,32	1,52	0,069	0,034	0,318
EGP8 (mm)	8,01	10,0	10,8	0,711	<0,01	0,284
Ganho das características de carcaça						
AOL (cm ² /dia)	0,168	0,179	0,168	0,013	0,987	0,531
EGS (mm/dia)	0,036	0,030	0,034	0,003	0,614	0,218
EGP8 (mm/dia)	0,023	0,048	0,041	0,004	0,005	0,007

[...] **continuação da tabela 3:** AOL = Área de olho de lombo; EGS = Espessura de gordura subcutânea; EGP8 = espessura de gordura na garupa

3.3. *Rendimento de cortes primários*

Houve aumento linear no PMCd ($P < 0,01$) com o aumento do TC. A proporção do dianteiro reduziu até 75 DC sendo observado um pequeno aumento na proporção até 105 DC (efeito quadrático; $P = 0,011$). Assim, foi observado aumento na proporção de traseiro (efeito quadrático; $P = 0,002$) na meia carcaça direita até 75DC, reduzindo posteriormente (Tabela 4). Aumento linear na proporção de PA na carcaça com o aumento do TC foi observado ($P = 0,029$).

Tabela 4: Rendimento dos cortes primários em carcaças de novilhas Nelore recebendo diferentes tempos de confinamento.

Item	Tempo de confinamento			EPM	Efeitos	
	45	75	105		Linear	Quadrático
PMCd (kg)	102,8	114,1	122,2	5,88	<0,001	0,218
Dianteiro (% do PMC)	40,5	36,9	37,6	0,475	<0,001	0,011
PA (% do PMC)	11,4	12,7	12,5	0,316	0,029	0,069
Traseiro (% do PMC)	48,1	50,4	49,9	0,344	<0,001	<0,001

PMCd= peso da meia carcaça direita; PA= ponta de agulha; EPM= erro padrão da média.

4. **DISCUSSÃO**

Sistemas intensivos de produção de novilhas precoces em pastejo, destinadas à reposição do plantel de matrizes, requerem complementação adicional da dieta com suplementos. Nesses sistemas, o gasto com suplemento representa a maior porção do custo de produção (Springman et al., 2017). Tendo em vista que ocorrem falhas reprodutivas durante o processo de produção, a terminação desses animais é uma ferramenta interessante, pois animais improdutivos reduzem a margem de rentabilidade da atividade. Pinto e Millen (2018) observaram que as novilhas que são confinadas no Brasil têm em média 18 meses de idade com 294 kg de PC, sendo essas características parecidas com os animais desse estudo.

O aumento nos dias de confinamento proporcionou aumento no PC e no PCQ obtidos no abate. Tal fato era esperado pois existe alta correlação entre as duas variáveis (Missio et al., 2013; Rezende et al., 2019). Com 45 dias de cocho as carcaças já estavam acima de 180 kg, sendo esse peso o mínimo exigido pela maioria dos frigoríficos comerciais (Rezende et al., 2019). Entretanto, o abate de animais mais leves aumenta o custo operacional por quilo de carcaça processada, gerando menor receita para a indústria (Rezende et al., 2019). Além disso, prejudicam a relação benefício:custo por parte do produtor devido a não diluição dos custos com a reposição [aquisição de animais e o ágio; Missio et al. (2009); Nichele et al. (2015)].

O emprego de curtos períodos de confinamento no Brasil (Pinto e Millen, 2018) está relacionada a queda na eficiência alimentar pelos animais devido a redução do ganho de peso. Isso ocorre devido as características intrínsecas ao sistema de produção brasileiro, pois animais oriundos de recria a pasto que passaram por restrição alimentar, seja em quantidade ou qualidade, quando recebem dietas de alta densidade energética no confinamento, demandam certo tempo para restabelecer vísceras e/ou capacidade metabólica. Assim, esses animais apresentam alto ganho na fase inicial do confinamento (ganho compensatório) e posteriormente reduzem. Este fato somado a alterações na taxa de passagem provocadas pela mudança na composição da dieta, acabam levando a interpretações errôneas da real composição do GMD e do PC do animal (Carstens et al., 1991; Sainz and Bentley, 1997). A redução da eficiência alimentar dos animais em função do aumento do TC está associada ao aumento da exigência de energia para ganho (Arboitte et al., 2004; Da Costa et al., 2002), aumento da demanda de energia para manutenção e também maior custo energético para deposição de tecido adiposo (Lanna, 1997; Zinn et al., 1970). Além disso é importante salientar que a redução do ganho em carcaça não ocorre na mesma taxa de redução do ganho em peso corporal com o aumento dos dias em confinamento (Pazdiora et al., 2013).

A manutenção da EA está relacionada a manutenção do ganho de peso e do ganho em carcaça. É importante destacar que as novilhas desse experimento receberam alta suplementação durante a fase da recria sobre pastejo e esse aspecto é relevante pois a alta suplementação durante a fase de recria influencia o desempenho na fase posterior (Roth et al., 2017) e altera a composição corporal do

animal (Pesonen et al., 2014). Animais suplementados apresentam órgãos metabolicamente mais ativos (Williams, 1981), uma vez que o desenvolvimento visceral não sofreu restrição alimentar durante a recria, assim o uso dos nutrientes seria efetivamente em carcaça. Além disso, é importante descartar que a EA é uma característica afetada por fatores como idade, tamanho, sexo, composição corporal (Short et al., 1999). Desse modo, outra justificativa para a manutenção da EA no presente estudo pode ser pelo fato dos animais serem jovens, onde a síntese muscular não foi reduzida. Segundo Owens et al. (1995) a taxa de acréscimo de proteína depende da idade e do tamanho do corpo maduro (frame).

Os dados obtidos por ultrassonografia de carcaça forneceram algumas evidências que auxiliam na explicação sobre a EA. Podemos observar que os ganhos de AOL e EGS foram semelhantes entre os TC. Além disso, a AOL foi aumentando ao longo do TC estudados, sendo essa característica uma indicadora que os animais não cessaram o desenvolvimento muscular, uma vez que a AOL tem alta relação com a síntese de tecido muscular (Heslin et al., 2020). Desse modo, observou-se que os animais mantiveram a deposição de tecidos muscular ao longo do confinamento. Do ponto de vista prático, esse achado é interessante pois sugere que podemos utilizar maior TC para novilhas Nelore que receberam alta suplementação durante a fase de recria, sem reduzir a EA e obtendo maior peso de carcaça. Entretanto, ainda é necessário mais pesquisas sobre o assunto para animais zebuínos (Rezende et al., 2019), pois são animais mais tardios para depositar gordura quando comparados com animais taurinos (Minish e Fox, 1982). Outro ponto que também merece destaque é o fato do PC e a EGS na carcaça das novilhas no início do confinamento, pois animais mais pesados e com maior EGS na carcaça do que as novilhas do experimento atual, redução da eficiência poderá ser observada devido estarem mais próximos do peso à maturidade.

O aumento no TC levou ao aumento linear da EGS e EGP8, sendo que com 45 dias as novilhas já apresentavam mais de 3 mm de EGS na carcaça, sendo esse um padrão desejável pela maioria dos frigoríficos (Rezende et al., 2019). Segundo Missio et al. (2010) a deposição de gordura na carcaça é influenciada pelo tempo de permanência no confinamento. Além disso, fêmeas depositam gordura na carcaça mais cedo e produzem um padrão de carcaça de melhor qualidade quando comparado

com machos inteiros e machos castrados (Reddy et al., 2015). Maiores coberturas de gordura na carcaça protegem a carcaça de perdas de líquidos e escurecimento externo dentro das câmaras de resfriamento (Forrest et al., 1979; Lawrie, 1981). Além disso, evita o encurtamento das fibras musculares devido ao frio, sem comprometer a maciez da carne (Rezende et al., 2019).

Aumento linear no RC com o aumento no TC vai de encontro com resultados de trabalhos que avaliaram diferentes pesos de abate (Costa et al., 2002; Zinn et al., 1970). Apesar de não ter sido mensurado componentes não-carcaça no presente estudo, o fato do aumento do RC pode estar relacionado à pouca variação nesses componentes e aumento da deposição de gordura (Owens et al., 1993). A pouca variação nos componentes não carcaça estar relacionada ao histórico alimentar desses animais e, além disso, o aumento da deposição de gordura agrega peso à carcaça, onde existe uma tendência em aumentar o rendimento com aumento do TC (Pazdiora et al., 2013; Restle et al., 1997).

Avaliando as características de carcaça de novilhas Nelore abatidas com diferentes pesos no confinamento, Rezende et al. (2019) observaram resultados semelhantes ao do presente estudo em relação aos cortes primários, onde observou-se aumento da PA e traseiro. Segundo Luchiari Filho (2000) é desejável que a proporção de traseiro seja superior a 48%, a de dianteiro até 39% e da ponta-de-agulha até 13%. De certa forma, o aumento da proporção de traseiro é vantajosa devido à localização dos cortes nobres de maior valor comercial, sendo que aumento do peso absoluto dos cortes comerciais do traseiro é relacionado com aumento do peso de abate (Pascoal et al., 2010).

5. CONCLUSÃO

A utilização de 105 dias de confinamento para novilhas Nelore que receberam suplementação intensiva (10 g/kg de PC de suplemento) durante a recria proporciona a obtenção de maior peso e rendimento de carcaça sem ser observado redução no ganho de peso e eficiência alimentar quando comparado aos outros tempos de confinamento avaliados. Além disso, observa-se acréscimo de EGS e aumento da proporção de traseiro na carcaça com a utilização de 105 dias de confinamento. Entretanto, é importante destacar que nesse estudo não foi possível a obtenção do

ponto ótimo de abate e sugere-se que mais estudos necessitam ser feitos avaliando maiores tempos de confinamento para novilhas que foram recriadas intensivamente.

6. REFERÊNCIAS

- ABIEC (2020) Beef Report: Perfil da pecuária no Brasil, BeefReport.
- ANUALPEC (2017) Anuário da Pecuária Brasileira. 1st ed. Instituto FNP and Agra FNP Pesquisas Ltda, São Paulo, Brazil.
- Arboitte MZ, Restle J, Filho DCA, Brondani IL, Da Silva JHS, Nörnberg JL, Kuss F (2004). Desempenho em confinamento de novilhos 5/8 Nelore - 3/8 Charolês abatidos em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Zootecnia** 33: 947-958.
- Benedeti PDB, Valadares Filho SC, Chizzotti ML, Marcondes MI, Sales Silva FA (2021) Development of equations to predict carcass weight, empty body gain, and retained energy of Zebu beef cattle. **Animal** 15: 1-7.
- BRASIL (2000) Normative Nº 3 for the Technical Regulation of Stunning Methods for Humanitarian Killing of Slaughterhouse Animals, January 17, 2000. Department of Agriculture, Brasília, DF.
- Carstens GE, Johnson DE, Ellenberger MA, Tatum JD (1991) Physical and chemical components of the empty body during compensatory growth in beef steers. **Journal of Animal Science**. 69, 3251-3264.
- Costa EC, Restle j, vaz fn, filho dca, bernardes ralc, kuss f (2002) características da carcaça de novilhos red angus superprecoces abatidos com siferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia** 31: 119-128.
- Da Costa EC, Restle J, Luiz Pascoal L, Nunes Vaz F, Alves Filho DC, Ziegler Arboitte M (2002) Desempenho de novilhos Red Angus superprecoces, confinados e abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia** 31: 129-138.
- Forrest JC; Aberle ED; Hedrick HB (1979) **Fundamentos de ciencia de la carne**. Zaragoza: Acribia 342p.
- Fox DG, Tedeschi LO, Tylutki TP, Russell JB, Van Amburgh ME, Chase LE, Pell NA, Overton TR (2004) The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. **Animal Feed Science and Technology**, 112: 29-78.

- Heslin J, Kenny DA, Kelly AK, McGee M (2020) Age at puberty and pregnancy rate in beef heifer genotypes with contrasting nutritional intake from 8 to 13 months of age. **Animal Reproduction Science** 212: 1-13.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Sistema de Recuperação Automática (2019) **Dados de Censo: Pesquisa Trimestral do Abate de Animais**. <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939#resultado>. Acesso em: 06/04/2021
- Lana DP (1997) Fatores condicionantes e predisponentes de puberdade e da idade de abate. In: SIMPÓSIO SOBRE PECUÁRIA DE CORTE, FEALQ, 1997, **Anais...**, p. 41-78.
- Lawrie R. Developments in meat science. London: **Elsevier Applied Science**, 1981, 342p.
- Lobato JFP, Freitas AK, Devincenzi T, Cardoso LL, Tarouco JU, Vieira RM, Dillenburg DR, Castro I (2014) Brazilian beef produced on pastures: Sustainable and healthy. **Meat Science** 98: 336-345.
- Lofgreen GP, Garrett WN (1968) A System for Expressing Net Energy Requirements and Feed Values for Growing and Finishing Beef Cattle. **Journal of Animal Science** 27: 793.
- Luchiari Filho A. Pecuária da carne bovina. 1. ed. São Paulo: A. Luchiari Filho, 2000. 135p.
- Millen DD, Pacheco RDL, Meyer PM, Rodrigues PHM, De Beni Arrigoni M (2011) Current outlook and future perspectives of beef production in Brazil. **Animal Frontier** 1: 46-52.
- Minish, GL, Fox DG (1982) Beef production and management. 2nd ed. Reston, VA: Reston Publishing Company, 470p.
- Missio RL, Brondani IL, Celestino D, Filho A, Restle J, Arboitte MZ, Segabinazzi LR, 2010. Características da carcaça e da carne de tourinhos terminados em confinamento, recebendo diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia** 39: 1610-1617.
- Missio RL, Brondani IL, Freitas S, Sachet RH, Henrique J, Restle J (2009) Desempenho e avaliação econômica da terminação de tourinhos em confinamento alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia** 3598: 1309-1316.

- Missio RL, Restle J, Moletta JL, Kuss F, Neiva JNM, Miotto FRC, Prado IN, Elejalde DAG, Perotto D (2013) Componentes do corpo vazio de vacas da raça Purunã abatidas com pesos distintos. **Semina Ciências Agrárias** 34: 883-894.
- Nichele EM, Moraes EHBK, Araújo CV, Pina DS, Moraes KAK, Hoffmann A (2015) Bioeconomic efficiency of beef cattle at feedlot. **Revista Brasileira de Saude e Produção Animal** 16: 699-711.
- Nogueira MP (2018) Por que preciso produzir 21@ em até 24 meses. Entendendo o conceito Boi 777. Jaboticabal: Gráfica Multipress Ltda, 256p.: il.
- NRC (1984) Nutrient requirements of beef cattle. 6th ed. Washington, DC: National Academies Press.
- Owens FN, Dubeski P, Hanson CF (1993) Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science** 71: 3138-3150.
- Owens FN, Gill DR, Secrist DS, Coleman SW (1995) Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. **Journal of Animal Science** 73: 3152-3172.
- Pascoal LL, Lobato JFP, Restle J, Vaz FN, Vaz RZ, Menezes LFG (2010) Beef cuts yield of steer carcasses graded according to conformation and weight. **Revista Brasileira de Zootecnia** 39: 1363-1371.
- Pazdiora RD, Resende FD, Faria MH, Siqueira GR, Almeida GBS, Sampaio RL, Pacheco PS, Prietto MSR (2013) Animal performance and carcass characteristics of Nellore young bulls fed coated or uncoated urea slaughtered at different weights. **Revista Brasileira de Zootecnia** 42: 273-283.
- Pesonen M, Joki-Tokola E, Huuskonen A (2014) Effects of concentrate proportion and protein supplementation on performance of growing and finishing crossbred bulls fed a whole-crop barley silage-based diet. **Animal Production Science** 54: 1399-1404.
- Pinto ACJ, Millen DD (2018) Nutritional Recommendations and Management Practices Adopted By Feedlot Cattle Nutritionists: the 2016 Brazilian. **Canadian Journal of Animal Science** 99: 1-46.
- Reddy BV, Sivakumar AS, Jeong DW, Woo YB, Park SJ, Lee SY, Byun JY, Kim CH, Cho SH, Hwang I (2015) Beef quality traits of heifer in comparison with steer, bull and cow at various feeding environments. **Animal Science Journal** 86: 1–16.

- Restle J, Da Silveira Keplin LA, Vaz FN (1997) Características quantitativas da carcaça de novinhos Charolês, abatidos com diferentes pesos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 32: 851-856.
- Rezende PLP, Restle J, Bilego UO, Fernandes JJR, Missio RL, Guimarães TP (2019) Carcass characteristics of feedlot-finished Nellore heifers slaughtered at different weights. **Acta Scientiarum - Animal Sciences** 41: 1–8.
- 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** 115: 1-30.
- Sainz RD, Bentley BE (1997) Visceral Organ Mass and Cellularity in Growth-Restricted and Refed Beef Steers. **Journal of Animal Science** 75: 1229-1236.
- Sampaio RL, Resende FD, Reis RA, Oliveira IM, Custódio L, Fernandes RM, Pazdiora RD, Siqueira GR (2017) The nutritional interrelationship between the growing and finishing phases in crossbred cattle raised in a tropical system. **Tropical Animal Health Production** 49: 1015–1024.
- Short RE, Grings EE, MacNeil MD, Heitschmidt RK, Williams CB, Bennett GL (1999) Effects of sire growth potential, growing-finishing strategy, and time on feed on performance, composition, and efficiency of steers. **Journal of Animal Science** 77: 2406-2417.
- Springman SA, Nielson HR, Meyer TL, Funston RN (2017) Effect of postweaning heifer development system on average daily gain, pregnancy rates, and subsequent feed efficiency as a pregnant heifer. **Journal of Animal Science** 95: 5320–5326.
- Williams, JPG (1981) Catch-up growth. **Journal of Embryology and Experimental Morphology** 65, 89-101.
- Yambayamba ESK, Price MA, Jones SDM (1996) Compensatory growth of carcass tissues and visceral organs in beef heifers. **Livestock Production Science** 46: 19-32.
- Zinn D, Durham RM, Hedrick HB (1970) Feedlot and carcass grade characteristics of steers and heifers as influenced by days on feed. **Journal of Animal Science** 31: 302–306.

Zinn RA, Shen Y (1998) An Evaluation of Ruminally Degradable Intake Protein and Metabolizable Amino Acid Requirements of Feedlot Calves. **Journal of Animal Science** 76: 1280-1289.