

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

CAMPUS DE JABOTICABAL

**EFEITO DO *CREEP-FEEDING* E ESTRATÉGIAS
NUTRICIONAIS DURANTE A RECRIA E TERMINAÇÃO NO
DESEMPENHO E IDADE AO ABATE DE BOVINOS NELORE**

Luciana Melo Sousa

Zootecnista

2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

CAMPUS DE JABOTICABAL

**EFEITO DO *CREEP-FEEDING* E ESTRATÉGIAS
NUTRICIONAIS DURANTE A RECRIA E TERMINAÇÃO NO
DESEMPENHO E IDADE AO ABATE DE BOVINOS NELORE**

Luciana Melo Sousa

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Rezende Siqueira

**Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de
Jaboticabal, como parte das exigências para a
obtenção do Título de Doutora em Ciência
Animal.**

2024

	Sousa, Luciana Melo
S725e	Efeito do creep-feeding e estratégias nutricionais durante a recria e terminação no desempenho e idade ao abate de bovinos Nelore / Luciana Melo Sousa. -- Jaboticabal, 2024 61 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal 1. Bovino de corte 2. Creep-feeding 3. Estratégias nutricionais. 4. Idade ao abate. 5. Taxa de ganho de peso. I. Título.

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

Essa ficha não pode ser modificada.

IMPACTO POTENCIAL DESTA PESQUISA

São limitados o número de estudos que avaliem os efeitos de estratégias nutricionais em todas as fases de produção de bovinos de corte e suas interações, bem como seus efeitos na qualidade de carcaça e carne. Esta pesquisa demonstra como ajustes de manejo nas atividades de cria, recria e terminação podem impactar a produtividade de novilhos Nelore, desde o nascimento até o abate, e fornece informações sobre a integração entre as fases de produção nas características de carcaça. Os resultados podem ajudar pecuaristas e indústrias do setor a decidirem qual estratégia nutricional é mais adequada ao seu sistema de produção. A adoção da estratégia adequada pode melhorar os índices produtivos, levando a benefícios econômicos, ambientais e sociais.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: EFEITO DO CREEP-FEEDING E ESTRATÉGIAS NUTRICIONAIS DURANTE A RECREIA E TERMINAÇÃO NO DESEMPENHO E IDADE AO ABATE DE BOVINOS NELORE

AUTORA: LUCIANA MELO SOUSA

ORIENTADOR: GUSTAVO REZENDE SIQUEIRA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em Ciência Animal, área: Nutrição Animal pela Comissão Examinadora:



Documento assinado digitalmente

GUSTAVO REZENDE SIQUEIRA

Data: 13/09/2024 09:41:50-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

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



Documento assinado digitalmente

PHILPE MORIEL

Data: 17/09/2024 11:39:05-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. PHILPE MORIEL (Participação Virtual)
Departamento de Zootecnia / University of Flórida (UF) - Ona/Flórida/EUA



Documento assinado digitalmente

GUILHERME LUIS PEREIRA

Data: 13/09/2024 16:32:33-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. GUILHERME LUIS PEREIRA (Participação Virtual)
Departamento de Melhoramento e Nutricao Animal / FMVZ UNESP Botucatu

Documento assinado digitalmente

MARCO AURELIO DE FELICIO PORCIONATO

Data: 13/09/2024 17:14:19-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. MARCO AURÉLIO DE FELICIO PORCIONATO (Participação Virtual)
Trouw Nutrition Brasil / Campinas/SP



Documento assinado digitalmente

SIDNEI ANTONIO LOPES

Data: 13/09/2024 17:29:14-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.Dr. SIDNEI ANTÔNIO LOPES (Participação Virtual)
Departamento de Zootecnia / Universidade Federal de Viçosa (UFV) - Viçosa/MG

Jaboticabal, 13 de setembro de 2024

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Luciana Melo Sousa, nascida em 08 de janeiro de 1996 na cidade de Uberlândia, Minas Gerais. Filha de Albanísia Cardoso de Melo Sousa e Luciano Machado de Sousa, do lar e profissional autônomo, respectivamente. Concluiu o curso de graduação em Zootecnia em novembro de 2018 na Universidade Federal de Uberlândia, em Uberlândia, sob a orientação do Prof. Dr. Gilberto de Lima Macedo Júnior. Durante a graduação foi membro do Grupo de Estudos em Nutrição de Ruminantes (Gepnutri) e bolsista de Iniciação Científica. Em 2017 realizou intercâmbio no Instituto Politécnico de Santarém, em Santarém, Portugal. Em 2018 desenvolveu o estágio curricular na Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Polo Regional da Alta Mogiana, em Colina, São Paulo, sob orientação do Prof. Dr. Gustavo Rezende Siqueira. Mestre em Zootecnia, pelo programa de pós-graduação em Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Jaboticabal (2019-2021) na área de produção de ruminantes, sob orientação do Prof. Dr. Gustavo Rezende Siqueira. Em março de 2021, ingressou no doutorado na mesma instituição, sob orientação do Prof. Dr. Gustavo Rezende Siqueira. Desde o mestrado foi membro do Grupo de Estudos em Produção de Ruminantes (GEPROR). Em 2023 realizou o doutorado sanduíche pela University of Florida no Range Cattle Research & Education Center, em Ona – FL, EUA, sob orientação do Prof. Dr. Philipe Moriel, onde auxiliou na condução de projetos científicos no Programa de Zootecnia.

“Não tentes ser bem-sucedido, tenta antes ser um homem de valor”
(Albert Einstein)

Dedico a toda minha família, formadores dos fundamentos do meu caráter.

AGRADECIMENTOS

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

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

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

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

Ao Prof. Dr. Flávio Dutra de Resende pelos ensinamentos, conselhos e contribuições na elaboração desta pesquisa. Admiro sua inteligência.

Ao Polo Regional da Alta Mogiana (APTA de Colina – Berço do BOI 777), por ter sido meu lar durante esses anos. E por me proporcionar toda estrutura e colaboradores necessários para o desenvolvimento do projeto de pesquisa.

Aos funcionários da APTA de Colina: Adenilsom, Alê, Antônio Carlos, Chico, Juninho, Lore, Luizão, Luizinho, Miltinho, Neia, Roberto, Rogério, Sueli e Toizinho, pelos anos de convívio e auxílio no desenvolvimento deste projeto. Sem a ajuda de vocês essa jornada seria muito mais laboriosa.

À Regina, ao Rodolfo (Toga) e à Thais, pelo auxílio nas análises laboratoriais, principalmente na leitura das amostras no NIRS.

Aos colegas do Grupo de Estudos em Produção de Ruminantes – GEPROR: Aline, Amanda, Anna Lidia, Ariane, Bianca, Fernanda Rigon, Fernanda Scheeren, Gabriel, Gilyard, Hiam, Igor, Iorrano, José Maria, Karla, Luis, Mariana, Mateus Abreu, Mateus Rodrigues e Saulo, pelas discussões e oportunidade de crescimento profissional e pessoal. Vocês foram essenciais para a condução do experimento. Em especial à Anna Lidia, que aceitou a parceria no pós-desmame e se tornou uma grande amiga, ao Mateus Abreu que segurou as pontas enquanto eu estava nos EUA e às minhas amigas Karla e Fernanda Rigon, pela amizade, acolhimento e parceria durante esses anos. Meu muito obrigada.

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

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da UNESP de Jaboticabal e seus docentes pelos ensinamentos e oportunidade de realização do doutorado.

À CAPES pela bolsa de estudo concedida.

Aos membros das bancas de defesa de projeto, qualificação e tese, Dr. João Marcos Beltrame Benatti, Prof. Dr. Otávio Rodrigues Machado Neto, Prof. Dr. Sidnei Antônio Lopes, Dr. Marco Aurélio de Felício Porcionato, Prof. Dr. Philipe Moriel e Prof. Dr. Guilherme Luis Pereira pelos ensinamentos e contribuições.

À Dra. Ivanna Moraes Oliveira Benatti, à Dra. Laura Franco Prados e ao Dr. João Marcos Beltrame Benatti, agradeço a amizade, ajuda, ensinamentos, paciência e conselhos. Obrigada.

À empresa Trouw Nutrition pelo apoio financeiro e pelo imenso apoio intelectual, principalmente ao Dr. Marco Aurélio de Felício Porcionato.

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

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

À empresa Lageado, pela parceria e execução do protocolo reprodutivo das vacas.

À empresa Minerva Foods S.A pela paciência e auxílio na condução e execução dos abates.

Aos professores Dr. Guilherme Luis Pereira e Dr. Rogério Abdallah Curi, pela contribuição nas análises de carne e, também, à Dra. Juliana Akamine Torrecilhas. Obrigada.

À Universidade da Flórida (Range Cattle Research & Education Center, Ona, FL, EUA), em especial ao Prof. Dr. Philipe Moriel, por me receber para o doutorado sanduíche, por sua contribuição no projeto e pela sua valiosa colaboração na publicação do meu artigo do mestrado. Também agradeço aos colegas e funcionários de Ona, em especial à equipe do dia a dia do “Animal Science”, Vinicius, Prof. Dr. Cássio Brauner, Julie, Peter, Tom, Ryan, Jacob e Austin, e aos colegas: Abmael, Ana Sarah, André, Hiran, João e Pri. Vocês fizeram minha experiência muito especial.

A todos vocês que, de alguma forma, marcaram esses momentos da minha vida... **MUITO OBRIGADA!**

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

*“...If you got a chance, take it, take it while you got a chance
If you got a dream, chase it, 'cause a dream won't chase you back...”*

Canção “ 'Til You Can't “ - Cody Johnson

SUMÁRIO

RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
CAPÍTULO 1 – Considerações gerais.....	1
Introdução	1
Revisão de literatura	3
<i>Creep-feeding</i> e seus efeitos no bezerro e na vaca.....	3
Crescimento animal e estratégias nutricionais nas fases de recria e terminação	5
Idade ao abate e seus efeitos na composição e qualidade da carcaça de bovinos de corte.....	8
Sistemas de produção e impacto econômico	10
Referências	12
CHAPTER 2 – Effect of different feeding strategies on performance and carcass traits of Nellore cattle.....	18
Introduction.....	19
Materials and methods.....	20
Results.....	29
Discussion	35
Conclusion	41
References	42
APÊNDICES	47
Apêndice A.....	48
Apêndice B.....	49
Apêndice C.....	50

CERTIFICADO Nº 0006/2021 - CEUA

Certificamos que o projeto apresentado dia três de agosto de 2021 intitulado “EFEITO DO CREEP-FEEDING E ESTRATÉGIAS NUTRICIONAIS DURANTE A RECRIA E TERMINAÇÃO NO DESEMPENHO E IDADE AO ABATE DE BOVINOS NELORE” FOI registrado com o **Protocolo nº 0007/2021**, está sob a responsabilidade do Pesquisador Científico **Dr. Flávio Dutra de Resende** e envolve a produção, a manutenção e a utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de pesquisa científica e 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), sendo então **APROVADO** pela **Comissão de Ética no Uso de Animais do Departamento de Descentralização do Desenvolvimento (Ceua DDD)**, na XIV Reunião Ordinária realizada no dia **20 de agosto de 2021**.

Finalidade: (X) Pesquisa científica – () Ensino	
Vigência da autorização	01/09/2021 a 31/03/2024
Espécie/linhagem e/ou raça	Bovinos Nelore
Nº de animais	384
Sexo/Idade/Peso aprox.	Machos – 96 animais de 2 meses com aprox. 80 kg Fêmeas – 96 animais de 2 meses com aprox. 80 kg e 192 animais de 3 a 6 anos com aprox. 450 Kg.
Localização/Origem	Polo Regional Polo Regional Alta Mogiana- Colina - SP / DDD / APTA / SAA - SP
Responsável Técnico	Dr. Gustavo Rezende Siqueira

Maria Izabel Merino de Medeiros
Coordenadora CEUA-DDD

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



COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS



Secretaria de
Agricultura e Abastecimento

Agência Paulista de
Tecnologia dos Agronegócios

EFEITO DO *CREEP-FEEDING* E ESTRATÉGIAS NUTRICIONAIS DURANTE A RECRIA E TERMINAÇÃO NO DESEMPENHO E IDADE AO ABATE DE BOVINOS NELORE

RESUMO – Este estudo avaliou o efeito do *creep-feeding* combinado a duas diferentes estratégias nutricionais, extensiva ou intensiva, na recria e terminação de tourinhos Nelore no desempenho e qualidade de carcaça e, também, no desempenho e produção de leite de suas mães. Foram testadas duas estratégias nutricionais, controle (CONT; sal mineral *ad libitum*) e *creep-feeding* [CREEP; 5 g/kg do peso corporal (PC) em suplemento proteico energético] no pré-desmame, e duas estratégias nutricionais, baixa (BAIXA; sal mineral *ad libitum* nas águas e 1 g/kg do PC em suplemento proteico na seca na fase de recria e 3 g/kg do PC em suplemento proteico-energético na fase de terminação) e alta (ALTA; 10 g/kg do PC em suplemento proteico-energético na fase de recria e 15 g/kg do PC em suplemento proteico-energético na fase de terminação) no pós-desmame, em 80 bezerros machos Nelore. Os bezerros foram estratificados por PC inicial (96.9 ± 9.43 kg) e distribuídos aleatoriamente em 16 piquetes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu. O experimento foi conduzido usando um delineamento fatorial 2 x 2. Não foram detectados efeitos do tratamento pré-desmame para o PC, escore de condição corporal (ECC), medidas de carcaça e produção de leite das vacas ($P \geq 0,25$). Foi detectada tendência na interação pré-desmame x pós-desmame x dia de estudo para o PC dos touros ($P = 0,10$). Foram detectados efeitos do tratamento pré-desmame para ganho médio diário (GMD) e área de olho de lombo (AOL, cm²) dos bezerros, onde bezerros que receberam *creep-feeding* apresentaram maior GMD (1,016 kg/dia vs. 0,922 kg/dia) e AOL (63,8 cm² vs. 58,9 cm²) do que bezerros que não receberam. Foram observados efeitos da fase pós-desmame para o GMD, ultrassom de carcaça no abate (exceto marmoreio) e características de carcaça (exceto medida do quarto traseiro) dos touros ($P < 0,01$). Há efeito das estratégias nutricionais utilizadas na curva de crescimento dos animais. O *creep-feeding* aumenta o PC no desmame, mas não altera o desempenho e a produção de leite das matrizes. A estratégia nutricional adotada na fase pós-desmame afeta o ganho de peso diário dos animais e, conseqüentemente, a idade ao abate. Touros com o mesmo peso corporal no abate, mas mais jovens, têm carcaças mais pesadas e com maior rendimento do que àqueles mais velhos.

Palavras-chave: bovinos de corte, *creep-feeding*, estratégias nutricionais, idade ao abate, taxa de ganho de peso

EFFECT OF CREEP-FEEDING AND FEEDING STRATEGIES DURING GROWING AND FINISHING PHASES ON PERFORMANCE AND AGE AT SLAUGHTER OF NELLORE CATTLE

ABSTRACT – This study evaluated the effects of creep-feeding and two post-weaning nutritional strategies (extensive or intensive) on growth performance and carcass traits of Nellore bulls, as well as the performance and milk yield of their dams. Two preweaning nutritional strategies were tested using 80 Nellore male calves: control (CONT; mineral salt *ad libitum*) and creep-feeding [CREEP; 5 g/kg of body weight (BW) in protein-energy supplement], and two post-weaning nutritional strategies: low (LOW; 1 g/kg of BW in protein supplement followed by salt *ad libitum* during the growing phase and 3 g/kg of BW in protein-energy supplement during the finishing phase) and high (HIGH; 10 g/kg of BW in protein-energy supplement during the growing phase and 15 g/kg of BW in protein-energy supplement during the finishing phase). Calves were stratified by initial BW (96.9 ± 9.43 kg) and randomly distributed into 16 paddocks of *Urochloa brizantha* cv. Marandu. The effects of pre-weaning treatment were not detected ($P \geq 0.25$) for cow BW, body condition score (BCS), carcass characteristics and milk yield. A tendency was detected ($P = 0.10$) on pre-weaning $\times$ post-weaning $\times$ day of study for bulls BW. Effects of pre-weaning treatment were detected ($P < 0.01$) for calf average daily gain (ADG) and *Longissimus* muscle area (LMA), with CREEP calves having greater ADG and LMA than CONT calves. Effects of post-weaning phase were observed ($P < 0.01$) for bull ADG, carcass ultrasound at slaughter (except marbling; $P = 0.30$), and carcass traits (except hindquarter measure; $P = 0.22$). Creep-feeding increased calf BW at weaning but did not alter cow performance and milk production. The nutritional strategy adopted in the post-weaning phases affected bull growth performance and age at slaughter. Bulls with the same body weight at slaughter, but younger, have a heavier carcass and greater dressing than those older.

Keywords: beef cattle, creep-feeding, feeding strategies, slaughter age, weight gain rate

CAPÍTULO 1 – Considerações gerais

Introdução

A grande extensão territorial e o clima tropical, favorável ao crescimento das gramíneas tropicais, fazem das pastagens a base da alimentação do gado de corte brasileiro, sendo a fonte mais prática e econômica para alimentar os bovinos (McManus *et al.*, 2016). A globalização da economia induz a agricultura a se tornar cada vez mais eficiente e competitiva, portanto, falhas no manejo das pastagens podem ser decisivas para o sucesso ou insucesso da pecuária de corte (Dubeux *et al.*, 2017). O grande desafio dos sistemas de produção de gado de corte é a utilização de práticas capazes de aumentar a produtividade e qualidade da carne com baixo impacto ambiental (Cardoso *et al.*, 2016; Cardoso *et al.*, 2020).

Diante disso, melhorar o desempenho animal e otimizar o uso dos recursos forrageiros basais é o principal objetivo das estratégias de manejo a serem adotadas (Delevatti *et al.*, 2019). No Brasil Central, as forrageiras tropicais apresentam como característica típica a sazonalidade de produção, concentrando seu crescimento entre 70 e 80% na estação chuvosa, e 20 a 30% na estação seca (De Jesus *et al.*, 2021). Os efeitos dessa sazonalidade na pecuária de corte são evidentes devido a variações drásticas na composição química e estrutural do dossel forrageiro, que refletem diretamente no consumo, digestibilidade e ganho de peso e, conseqüentemente, retarda a idade de abate dos animais (Reis *et al.*, 2012). A estação chuvosa apresenta vantagens para a produção de ruminantes, pois possui condições edafoclimáticas favoráveis para as produções de folhas verdes e massa de forragem com maiores teores de proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT), quando comparado com a estação seca, além de ser o momento de explorar o máximo desempenho animal e ganho por área (Poppi *et al.*, 2018).

Além da utilização de técnicas de manejo de pastagens, a intensificação do sistema de produção exige a adoção de estratégias nutricionais, como o *creep-feeding*, a desmama precoce, a suplementação da dieta de bovinos a pasto, o

confinamento de bezerros na época seca, bem como o aproveitamento do potencial genético dos animais, por meio de seleção e cruzamentos. Tais estratégias devem ser consolidadas a fim de garantir a rentabilidade do sistema de produção, sustentabilidade da pastagem e produção de carne de qualidade para o mercado consumidor (Cardoso *et al.*, 2020; Delevatti *et al.*, 2019).

Pensando na pecuária de ciclo curto, com abate de animais até 24 meses, a redução do tempo da fase produtiva é uma ferramenta a ser planejada nas propriedades. A fase de recria é considerada um período de ganho eficiente em relação às demais fases, onde os animais apresentam menor exigência de manutenção e maior deposição muscular (BR-CORTE, 2016; Geay, 1984). Neste contexto, busca-se um sistema de produção eficiente onde se atenda as exigências nutricionais dos animais na recria em até 12 meses, iniciando a fase de terminação com animais mais pesados e consequentemente, abatendo animais jovens (até 24 meses) e com carne de qualidade, utilizando tecnologias (Roth *et al.*, 2017; Barbero *et al.*, 2017; Sampaio *et al.*, 2017).

Neste contexto, identificar um plano nutricional que otimize o desempenho do novilho de corte durante toda a sua vida pode ser um meio importante para aumentar a lucratividade do sistema de produção. Hipotetizamos que a utilização do *creep-feeding* combinada à suplementação que garanta altas taxas de ganho durante as fases de recria e terminação de bovinos Nelore melhoraria seu desempenho e consequentemente reduziria sua idade ao abate, pois propiciaria maior aporte nutricional. Sendo assim, este estudo teve como objetivo avaliar se a suplementação em *creep-feeding* influenciaria positivamente o desempenho animal nas fases de recria e terminação, quando submetidos à diferentes estratégias nutricionais no pós-desmame. E, se as diferentes estratégias empregadas pós-desmame teriam influência na idade e qualidade de carcaça ao abate, quando abatidos com peso corporal semelhante. Também tivemos como objetivo avaliar os efeitos do *creep-feeding* no desempenho e produção de leite das mães.

Revisão de Literatura

Creep-feeding e seus efeitos no bezerro e na vaca

O leite é a principal fonte de energia e nutrientes para os bezerros. Entretanto, à medida que o bezerro cresce, as exigências nutricionais aumentam e o consumo de leite diminui. Nos sistemas de produção de gado de corte, o leite produzido pelas matrizes não é suficiente para atender as exigências nutricionais dos bezerros a partir de três meses de idade (Henriques *et al.*, 2011). Assim, o desempenho é melhorado quando estes recebem suplementos múltiplos (Valente *et al.*, 2012), especialmente quando se utiliza suplementos proteicos (Valente *et al.*, 2014). O sistema *creep-feeding*, fornecimento de alimentos concentrados em um local de acesso restrito a bezerros (Moriel e Arthington, 2013), tem sido utilizado para fornecer nutrientes suplementares e tem efetivamente aumentado o ganho de peso dos bezerros (Valente *et al.*, 2012; Lopes *et al.*, 2017; Barros *et al.*, 2015) no Brasil e no exterior (Viñoles *et al.*, 2013; Moriel *et al.*, 2017).

Uma vantagem do *creep-feeding*, citada por Goes *et al.* (2008), é que nesta fase é onde ocorre o maior crescimento do animal (hipertrofia), aumentando o ganho de peso e proporcionando melhor aproveitamento dos nutrientes. Lopes *et al.* (2014) avaliando diferentes teores de proteína (8, 19, 30 ou 41%) para bezerros em *creep-feeding* (5 g/kg PC em suplemento) encontraram diferenças no ganho de peso diário (0,880 vs. 0,727 kg/dia) e no peso corporal ao desmame (244 vs. 222 kg), quando estes receberam *creep-feeding* em relação àqueles não suplementados. Em outro estudo, Barros *et al.* (2014) encontraram resultado semelhante, com maior ganho de peso (0,820 vs. 0,687 kg/dia) para os bezerros suplementados (0,500 kg/animal/dia) em relação aos que receberam apenas sal mineral. Barros *et al.* (2015) avaliando diferentes ofertas de suplemento (0, 2, 4 ou 6 g/kg PC) durante a amamentação observaram efeito linear positivo no peso ao desmame (218 kg vs. 243 kg) e no ganho de peso diário (0,731 vs. 0,895 kg/dia) dos bezerros com o aumento da suplementação. Entretanto, Ortega *et al.* (2020) avaliando o aumento da oferta de suplemento de 4 para 6 g/kg PC não encontraram diferenças no ganho de peso diário dos bezerros (0,792 vs. 0,826 kg/dia).

Sobre os efeitos do *creep-feeding* nas matrizes em lactação, Barros *et al.* (2014; 2015) e Silva *et al.* (2016) não encontraram efeito da suplementação dos bezerros no desempenho produtivo e nos parâmetros nutricionais e sanguíneos das matrizes em lactação. Vendramini *et al.* (2012) não observaram diferença no GMD de vacas que tiveram seus bezerros recebendo oferta de 1% do PC de concentrado (140 g/kg de PB e 760 g/kg de NDT) via *creep-feeding* vs. controle (sem oferta de concentrado). Respostas semelhantes foram observadas por Lopes *et al.* (2016), em uma abordagem meta-analítica, em que não encontraram diferenças na produção de leite e na condição corporal de vacas de corte que tiveram seus descendentes suplementados em *creep-feeding*. Estes resultados evidenciaram que a suplementação estratégica em sistema *creep-feeding* melhorou a resposta produtiva em bezerros de corte lactentes em pastagem tropical, no entanto não alterou o desempenho produtivo de suas mães.

Utilizando-se de uma abordagem meta-analítica, concluíram que o uso de *creep-feeding* é uma ferramenta eficaz para melhorar o ganho de peso antes do desmame, porém algumas respostas dependem do sexo do bezerro (Carvalho *et al.*, 2019). E, ainda, segundo os mesmos autores, bezerros lactentes substituem parcialmente a forragem (diminui cerca de 0,43 g / kg PC de forrageira por cada g / kg PC de suplemento), mas não substituem o leite pelo consumo de suplementos, e para obter-se respostas máximas, devem ser fornecidos suplementos proteicos em quantidades moderadas (5 g/kg PC).

O crescimento e desenvolvimento de ruminantes são controlados por uma série de fatores, destacando-se idade cronológica e fisiológica dos animais, consumo de energia, status hormonal, turnover tecidual, número de células e atividade celular (Owens *et al.*, 1995). Estudos com bovinos de corte têm demonstrado um aumento do status metabólico entre os 3 e 7 meses de idade, revelando que parte importante do desenvolvimento ocorrerá nesta fase e afetará a fisiologia nas fases seguintes (Gasser *et al.*, 2006), podendo ser chamado de *impressão metabólica*. Entre outras definições, imprinting pode ser descrito como as respostas decorrentes de eventos iniciais da vida (Hanley *et al.*, 2010). Uma das hipóteses de trabalhos com *imprinting* metabólico ao redor dos 3 aos 7 meses de idade é que o acelerado ritmo de crescimento corporal neste período pode promover eventos de *imprinting*, acelerando

a puberdade, com base na premissa de que os sistemas de alimentação que estimulam esse *imprinting* podem melhorar o metabolismo dos nutrientes e acelerar a deposição de gordura corporal (Moriel *et al.*, 2014). Diante disso, o *creep-feeding* pode ser uma ferramenta útil para aumentar o ganho de peso e promover *imprinting* metabólico em bezerros.

Crescimento animal e estratégias nutricionais nas fases de recria e terminação

O crescimento animal pode ocorrer por hiperplasia (aumento no número de células) ou por hipertrofia (aumento no tamanho das células existentes; Owens *et al.*, 1993). Em ruminantes, a curva de crescimento inicia-se na concepção, seguida pelo nascimento, puberdade e por fim, na maturidade do animal (Batt, 1980). Esta curva ocorre de forma alométrica, ou seja, a deposição de tecidos ou componentes corporais ocorrem em ritmos diferentes (Owens *et al.*, 1993). O primeiro tecido a se desenvolver no animal é o neural, seguido pelo crescimento do tecido ósseo, muscular e adiposo (Owens *et al.*, 1993; Figura 1).

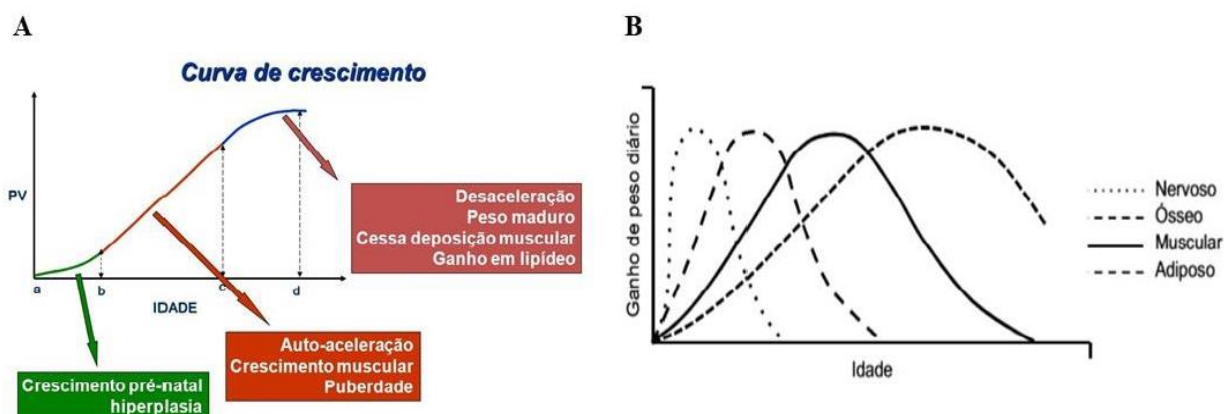


Figura 1. A - Curva representando o crescimento de ruminantes. B - Dinâmica de deposição dos tecidos do corpo do bovino pós-natal.

Adaptado de Luchiari Filho (2000).

Todos os tecidos crescem por hiperplasia durante o desenvolvimento fetal. No entanto, após o nascimento alguns tecidos como nervos e músculo esquelético passam a crescer apenas por hipertrofia ou incorporação de células satélites (Allen *et al.*, 1979). A fase entre o nascimento e a puberdade é o intervalo onde o animal apresenta rápido crescimento, principalmente muscular (Fowler, 1968). Os animais em fase de recria apresentam melhor eficiência biológica quanto a deposição de tecidos, devido a apresentarem curva de crescimento mais acentuada (Owens *et al.*, 1993). A deposição de proteína é quatro vezes mais eficiente em comparação a deposição de gordura, uma vez que para a deposição de tecido muscular, aproximadamente 78% de água é estocada, enquanto apenas 10% de água é armazenada para deposição de gordura (Owens *et al.*, 1995). Já entre a pós-puberdade e maturidade, é a fase em que o animal tende a equilibrar o peso corporal com mudanças na composição do ganho em peso, e a porcentagem de tecido muscular depositado na carcaça por quilo de ganho tende a reduzir, enquanto a proporção de gordura tende a aumentar de forma exponencial (Resende *et al.*, 2015).

Em qualquer situação, o crescimento animal é determinado por o quanto a dieta é capaz de satisfazer as necessidades nutricionais do animal (Roth *et al.*, 2017). Estudos com bovinos mantidos em pastagem tropical, têm demonstrado os resultados das estratégias de suplementação na fase de recria e seus efeitos na fase de terminação (Roth *et al.*, 2017, Sampaio *et al.*, 2017, Delevatti *et al.*, 2019). Roth *et al.* (2017), trabalhando com diferentes níveis de suplementação em diferentes fases de crescimento de bovinos, observaram que ofertas constantes de suplementação durante as fases da vida do animal pode fornecer um aporte maior de crescimento e reduzir os dias de terminação.

Animais com diferentes taxas de ganho durante a recria iniciarão a fase de terminação com diferentes pesos corporais, refletindo em diferentes pesos de carcaça (Roth *et al.*, 2017; Sampaio *et al.*, 2017; Mota *et al.*, 2020). Segundo Moretti *et al.* (2013), mudanças na taxa de ganho de peso de uma fase para outra afetam o ganho de peso futuro. A taxa de ganho pode ser alterada por diferentes alturas de pastejo (Barbero *et al.*, 2015; Costa *et al.*, 2018) ou através da utilização de suplementos (Roth *et al.*, 2017; Sampaio *et al.*, 2017). As estratégias nutricionais empregadas durante a fase de recria influenciaram diretamente o desempenho dos animais e resultaram em

alterações na composição corporal (Sharman *et al.*, 2013). Além disso, na fase de recria o animal apresenta maior crescimento do tecido muscular e necessita de maior aporte nutricional, que muitas vezes não é suprido apenas pela pastagem. Consequentemente, o animal que apresenta menor taxa de crescimento depois do desmame, pode produzir uma carcaça mais magra e leve na fase de terminação, alterando a qualidade da carcaça e carne produzida (Silva *et al.*, 2017).

A suplementação de animais em pastejo é uma estratégia nutricional que pode ser utilizada na fase de recria, uma vez que o ganho adicional nessa fase pode ser mantido durante a fase de terminação, a pasto ou em confinamento; e o tempo necessário para a engorda desses animais será menor em relação ao uso de apenas sal mineral (Casagrande *et al.*, 2013). A recria intensiva a pasto (RIP) é uma estratégia nutricional cada vez mais usada nas fazendas brasileiras para encurtar o ciclo pecuário, aumentar a lotação por hectare e, consequentemente, a lucratividade do produtor. Sua proposta é fornecer concentrado aos animais, desde a desmama até o início da terminação, na proporção de 0,5% a 1,0% de seu peso vivo (PV), visando ganhos de 0,650 a 1,0 kg/cab/dia, sob altas lotações (3 a 5 UA/ha). A técnica tem impacto significativo no sistema de produção, pois elimina o principal gargalo da pecuária de corte brasileira, o longo período de recria a pasto, com duração de até 36 meses, marcados por perdas de peso nos períodos de seca. Com a RIP é possível reduzir o tempo de recria para períodos mais curtos, de 7 a 9 meses (Cidrini, 2024).

A terminação intensiva a pasto (TIP) é uma estratégia que visa maximizar o ganho de peso dos bovinos de corte na fase final de produção, utilizando a oferta de capim das pastagens combinada com suplementação estratégica. Esta prática tem ganhado atenção por sua eficiência econômica e pelo menor impacto ambiental comparado aos sistemas de confinamento convencionais. A TIP se torna alternativa viável, complementando o déficit de nutrientes que os pastos apresentam em algumas fases do ano e, ao mesmo tempo, explorando o máximo ganho do animal em fase de melhor eficiência, o que permite potencializar o ganho de peso, melhorar a qualidade da carcaça e carne, além dos benefícios de encurtar o ciclo de vida do animal (Moretti *et al.*, 2013; Roth *et al.*, 2017; Sampaio *et al.*, 2017; Poppi *et al.*, 2018).

Nesse sentido, a intensificação das fases de recria e terminação permite a produção de animais mais precoces, aumento da capacidade de suporte das pastagens, maior ganho por animal e por área, redução do tempo necessário para atingir o peso de abate, o que, conseqüentemente, abrevia o tempo de recria e terminação dos animais, além da produção de carne e carcaça de melhor qualidade (Poppi *et al.*, 2018).

Idade ao abate e seus efeitos na composição e qualidade da carcaça de bovinos de corte

A maior parte da produção de carne brasileira é realizada exclusivamente sobre sistemas que utilizam pastagens como principal componente da dieta. Entretanto, o sistema tradicional da produção a pasto no Brasil é caracterizado pelo baixo desempenho e baixa oferta de energia para o animal, o que eleva o tempo de permanência dos bovinos nas propriedades, com médias de 36 meses (Oliveira *et al.*, 2006), além dos animais apresentarem acabamento de carcaça escasso ou ausente (Alves Neto *et al.*, 2018). Dessa forma, a busca pelo aumento de eficiência na produção de carne no Brasil tem direcionado para sistemas que abatem animais jovens e com melhor acabamento de carcaça.

O peso corporal durante a terminação tem relação negativa com a fase de crescimento (Drouillard *et al.*, 1991). Animais que tem crescimento restrito na fase de recria quando submetidos a fase de terminação com alta taxa de crescimento podem apresentar maior turnover proteico *in vivo*, e dessa forma maior maciez da carne (Therkildsen *et al.* 2011), uma vez que a taxa de crescimento pode afetar a proteólise miofibrilar no período *postmortem*. Por outro lado, esses animais podem produzir carcaças mais leves e magras, o que não é desejado pela indústria da carne. Silva *et al.* (2017), trabalhando com três diferentes taxas de crescimentos: baixa, média e alta (0, 0,6 e 1,2 kg de ganho médio diário, respectivamente) em bovinos na fase de recria, e seguidos por uma fase de terminação (1,5 kg de ganho médio diário) por 112 dias, observaram que a baixa e média taxa de crescimento reduziram o peso de carcaça quente e a gordura subcutânea em comparação aos que tiveram alta taxa de crescimento. Este comportamento também foi encontrado por Lancaster *et al.* (2014),

os quais observaram que bovinos com baixo ganho na fase pós-desmame, tiveram menor rendimento de carcaça e peso de carcaça quente.

A qualidade da carcaça é avaliada por diversos parâmetros, incluindo peso, rendimento, espessura de gordura subcutânea, e conformação. No sistema de comercialização brasileiro, as meias carcaças são separadas em traseiro especial (serrote), dianteiro com as cinco primeiras costelas e ponta de agulha (costilhar; Luchiari Filho, 2000). Uma carcaça bovina de boa qualidade e de bom rendimento deve apresentar associação adequada entre os elementos que fazem parte da sua composição (Freitas *et al.*, 2008). Do ponto de vista econômico, é interessante que a carcaça apresente maior rendimento do traseiro especial em relação aos outros cortes, devido ao seu maior valor comercial agregado (Luchiari Filho, 2000), no entanto o aumento do peso vivo ao abate e da espessura de gordura subcutânea, acarretam diminuição do quarto traseiro (Pazdiora *et al.*, 2013). O rendimento de carne na carcaça depende do conteúdo de músculo esquelético estriado, e da relação com esqueleto e gordura (Sainz e Araujo, 2001). Medidas como área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea, podem ser tomadas *antemortem* com a utilização da ultrassonografia e são capazes de predizer, de maneira eficiente, o rendimento e a qualidade da carcaça. A área de olho de lombo pode ser usada como indicador de musculabilidade, enquanto a espessura de gordura subcutânea desempenha importante papel durante o processamento da carcaça no frigorífico, principalmente durante o resfriamento (Resende *et al.*, 2018). Em carcaças com espessura menor que 3 mm pode ocorrer o escurecimento da parte externa dos músculos que as recobrem, causando prejuízos na qualidade (Costa *et al.*, 2002).

O peso e a qualidade da carcaça são os principais pontos críticos de controle na indústria frigorífica. Programas de bonificação foram criados com o objetivo de premiar carcaças que atendam determinadas exigências, principalmente em relação ao peso de abate, acabamento de gordura, sexo e maturidade, e também, com o intuito de penalizar o produtor pela ocorrência de características que não são desejadas (Resende *et al.*, 2018).

Sistemas de produção e impacto econômico

O objetivo produtivo de uma fazenda de bovinos de corte é produzir a maior quantidade de carne (kg) por unidade de área, ao menor custo possível. Propriedades de ciclo completo, ou seja, de cria, recria e engorda, têm objetivos distintos para cada etapa. Na fase de cria, busca-se obter o maior número de bezerros por vaca exposta (taxa de natalidade) e o maior peso ao desmame, sendo esta a fase mais importante da pecuária de corte, por ser responsável pela produção de bezerros, fundamental para o desenvolvimento das fases seguintes. A fase da recria abrange o período entre o desmame e o início da terminação para machos e fêmeas ou início da estação reprodutiva para fêmeas de reposição, sendo o período de maior deposição de proteína e crescimento de tecido muscular. Por fim, a terminação, nesta fase o objetivo é engordar os animais, visando a deposição de gordura na carcaça e o acabamento adequado para o abate. Quanto mais rápido for esse ciclo, maior será o giro na fazenda e, vale destacar, que o custo fixo por animal dependerá da estratégia de alimentação utilizada em cada fase.

Na fase de cria, o uso do *creep-feeding* pode ter implicações econômicas significativas na produção de bovinos de corte. A suplementação representa um custo adicional para o produtor, mas os benefícios em termos de ganho de peso e eficiência alimentar podem compensar esses custos (Carvalho *et al.*, 2019). A prática do *creep-feeding* pode resultar em um aumento do peso ao desmame, o que geralmente se traduz em maiores receitas para o produtor ao vender bezerros mais pesados. Silveira *et. al* (1996) realizaram um estudo de custo de alimentação e receita de bovinos em sistema de produção com abate de animais aos 48 meses, 24 meses (com e sem *creep-feeding*), 18 meses (com *creep-feeding*) e 12 meses (com *creep-feeding*), e observaram que os animais abatidos com 12 meses em sistema de *creep-feeding* resultaram num custo de R\$ 17,39/@ e uma receita líquida de R\$ 57,76, superior em 65,0% e 141,0% à obtida no sistema em que os animais foram abatidos aos 18 meses (com *creep-feeding*) e 24 meses (com *creep-feeding*), respectivamente. O sistema que proporcionou menor custo (R\$ 16,93/@) e menor receita (R\$ 17,30/animal/ano) foi o tradicional (alimentação a pasto), com abate dos animais aos 48 meses de idade. Estes autores citaram ainda que, do ponto de vista econômico, o *creep-feeding*,

representaria um ganho adicional de 0,25@ / animal ao desmame, quando comparado com o sistema tradicional de desmame de bezerros.

As estratégias nutricionais durante as fases de recria e terminação têm impacto direto nos custos de produção e na rentabilidade da atividade pecuária (Figueiredo *et al.*, 2007). Ao intensificarmos essas fases, a maior eficiência alimentar e os ganhos de peso acelerados resultam em animais prontos para o abate em menor tempo, aumentando a rentabilidade do sistema. Estudo realizado por Figueiredo *et al.*, 2007 avaliou 4 estratégias de suplementação baseadas na idade ao abate dos animais (18, 24, 30 e 40 meses). O ganho de peso médio dos animais foram de 0,760, 0,480, 0,350 e 0,230 kg/animal/dia, respectivamente, e proporcionou os seguintes números de ciclos de produção: 1,20, 0,75, 0,55 e 0,38 ciclos/ano. Os autores concluíram que o abate aos 40 meses foi a única estratégia de suplementação que apresentou margem bruta negativa, indicando insustentabilidade a curto prazo neste sistema. A margem líquida anual foi positiva para as idades ao abate de 18 (R\$ 220.766,39) e 30 meses (R\$ 80.395,24) e negativa para 24 meses de idade. As taxas de retorno do capital investido com terra (TRC) indicaram que apenas o abate aos 18 meses permite a sobrevivência do empreendimento no longo prazo.

O preço pago por bezerros pode variar por questões individuais do animal (peso, genética) e de mercado (preço do boi gordo, volume de abate de matrizes em anos anteriores, relação entre oferta e demanda e época de compra (Christofari *et al.*, 2008). A aquisição de animais para os sistemas que trabalham com animais de reposição (recria e terminação), costuma ser o item de maior representatividade no custo de produção. Pini *et al.* (2014), relataram que 61% e 43% dos custos em dois sistemas de recria-terminação, foram provenientes da aquisição de animais. Além do preço pago na compra, o preço de venda do novilho foi de extrema importância para a rentabilidade do sistema de produção (Soares de Lima *et al.*, 2013), pois a ineficiência na compra ou venda pode colocar em risco o trabalho realizado ao longo do período produtivo (Christofari, *et al.*, 2009).

Assim como na recria, a aquisição de animais tem grande importância no retorno econômico para sistemas de terminação, sendo responsável por até 70% do custo total de produção (Lopes & Magalhães, 2005). Além disso, a alimentação por

meio de intensificação de pastagens ou suplementação, também podem ter grande representatividade nos custos em sistemas de terminação. Os custos de produção na terminação intensiva a pasto (TIP) são geralmente menores que nos sistemas confinados convencionais, devido ao menor uso de insumos concentrados e utilização mais eficiente das pastagens. O custo de transferência, diferença entre o preço de compra (novilho) e venda (boi gordo), é de extrema importância para o retorno econômico no processo de terminação. Ao avaliar dois sistemas de recria-terminação de novilhos, abatidos aos 15 e 27 meses, Canellas *et al.* (2007) observaram melhor resultado econômico para os animais mais jovens. Os autores atribuíram o resultado devido a maior valorização entre a compra e a venda de animais mais jovens, isto é, ao valor de transferência desde a aquisição até a comercialização.

Em pecuária de corte, a gestão e planejamento auxiliam na avaliação dos custos de maior relevância para o sistema de produção, como a reposição de animais, que em situações de altos preços de bezerros no mercado, levam o pecuarista a reduzir o desembolso, adquirindo animais mais leves (Christofari *et al.*, 2010). Além disso, as informações coletadas pela gestão de custos podem demonstrar que a maior produtividade pode não compensar, economicamente, a adoção de determinadas técnicas ou estratégias naquele cenário.

Referências

- Allen RE, Merkel RA, Young RB (1979) Cellular aspects of muscle growth: Myogenic cell proliferation. **Journal of Animal Science** 49:115-127.
- Alves Neto J, Vellini B, Gonçalves P (2018) Como produzir 7@ a pasto na terminação. In: Resende FD, Siqueira GR, Oliveira IM (Eds.) **Entendendo o conceito BOI 777**. Jaboticabal, p. 185 -193.
- 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.
- Barros LV, Paulino MF, Chizzotti ML, Rennò LN, Cardenas JEG, Valente EEL, Lopes SA, Cabral CHA, Paula NF, Silva FG (2014) Supplementation of female calves in creep-feeding system and productive and nutritional parameters of beef cows on tropical pasture. **Semina: Ciências Agrárias** 35:2723-2738.

- Barros LV, Paulino MF, Marques DEC, Cabral CHA, Silva FG, Caldeira DSA, Lopes SA, Moura FH (2015) Supplementation of suckling beef calves on a creep-feeding system and nutritional evaluation of lactating beef dams. **Semina Ciências Agrárias** 36:3431–3444.
- Batt RAL (1980) Studies in Biology. In: **Influences on Animal Growth and Development**. Camelot Press, London.
- BR-CORTE (2016) **Cálculo de exigências nutricionais, formulação de dietas e predição de desempenho de zebuínos puros e cruzados**. 3ed. Viçosa: UFV/DZO. 142p.
- Canellas LC, *et al.* (2007) Avaliação do desempenho em confinamento de novilhos abatidos aos 15 ou 27 meses de idade. **Revista de Iniciação Científica da ULBRA** 1:18-28.
- Cardoso AS, Barbero RP, Romanzini EP, Teobaldo RW, Ongaratto F, Fernandes MHMR, Ruggieri AC, Reis RA (2020) Intensification: A key strategy to achieve great animal and environmental beef cattle production sustainability in Brachiaria grasslands. **Sustainability** 12:6656.
- Cardoso AS, Berndt A, Leytem BJR, Alves IDN, De Carvalho LH, De Barros Soares S, Boddey RM (2016) Impact of the intensification of beef production in Brazil on greenhouse gas emissions and land use. **Agricultural Systems** 143:86-92.
- Carvalho VV, Paulino MF, Detmann E, Valadares Filho SC, Lopes SA, Renno LN, Sampaio CB, Silva AG (2019) A meta-analysis of the effects of creep-feeding supplementation on performance and nutritional characteristics by beef calves grazing on tropical pastures. **Livestock Science** 8:1871-1413.
- Casagrande DR, Azenha MV, Vieira BR, Resende FD, Faria MH, Berchielli TT, Ruggieri AC, Reis RA (2013) Performance and carcass quality of feedlot-or pasture-finished Nellore heifers according to feeding managements in the postweaning phase. **Revista Brasileira de Zootecnia** 42:899-908.
- Christofari LF *et al.* (2008) Tendências na comercialização de bezerros no Rio Grande do Sul relacionadas às características genéticas. **Revista Brasileira de Zootecnia** 37:171-176.
- Christofari LF *et al.* (2009) Manejo da comercialização em leilões e seus efeitos no preço de bezerros de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia** 38:196-203.
- Christofari LF *et al.* (2010) Efeitos do peso vivo sobre a comercialização de bezerros de corte em leilões. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 62:419-428.
- Costa EC, Restle J, Brondani IL, Perottoni J, Faturi C, Menezes LFG (2002) Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo longissimus dorsi de novilhos Red Angus superprecoces, terminados em confinamento e abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia** 31:417-428.
- Costa JPR, De Jesus RB, Oliveira IM, Resende FD, Siqueira GR, Malheiros EB (2018) Does virginiamycin supplementation affect the metabolism and performance of Nellore bulls grazing under low and high gain rates? **Journal of Animal Science** 89:1432–1441.

- De Jesus FLF, Sanches AC, De Souza DP, Mendonça FC, Gomes EP, Santos RC, Da Silva JLB (2021) Seasonality of biomass production of irrigated Mombaça 'Guinea grass'. **Acta Agriculturae Scandinavica, Soil e Plant Science** 1-9.
- Delevatti LM, Romanzini EP, Koscheck JFW, Araujo TLR, Renesto DM, Ferrari AC, Barbero RP, Mullinikis JT, Reis RA (2019) Forage management intensification and supplementation strategy: Intake and metabolic parameters on beef cattle production. **Animal Feed Science and Technology** 247:74-82.
- Drouillard JS, Ferrell CL, Klopfenstein TJ, Britton RA (1991) Compensatory growth following metabolizable protein or energy restrictions in beef steers. **Journal of Animal Science** 69:811-818.
- Dubeux Jr, Sollenberger JCB, Muir JP, Tedeschi LO, Dos Santos MV, da Cunha MV, Dilozenzo N (2017) Sustainable intensification of livestock production on pastures. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**. 25:3-4.
- Figueiredo DM, Oliveira AS, Sales MFL, Paulino MF, Vale SMLR (2007) Análise econômica de quatro estratégias de suplementação para recria e engorda de bovinos em sistema pasto-suplemento. **Revista Brasileira de Zootecnia** 36:1443-1453.
- Fowler VR (1968) **Body development and some problems of its evaluation in growth and development of mammals**. Butterworth, London.
- Freitas AK, Restle J, Pacheco OS, Padua JT, Lage ME, Miyagi ES, Da Silva GFR (2008) Características de carcaças de bovinos Nelore inteiros vs castrados em duas idades, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia** 37:1055- 1062.
- Gasser CL, Burke CR, Mussard ML, Behlke EJ, Grum DE, Kinder JE, Day ML (2006) Induction of precocious puberty in heifers II: advantage ovarian follicular development. **Journal of Animal Science** 84:2042-2049.
- Geay Y (1984) **Energy and protein utilization in growing cattle**. Institut National de la Recherche Agronomique.
- Goes RHTB, Lambertucci DM, Brades KCS, Alvez DD (2008) Suplementação proteica e energética para bovinos de corte em pastagens tropicais. **Arquivo Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR** 11:129-137.
- Hanley B, Dijane J, Fewtrell M, *et al.* (2010) Metabolic imprinting, programming and epigenetics – a review of present priorities and future opportunities. **British Journal of Nutrition** 104(1):1-25.
- Henriques LT, Valadares SCF, Fonseca MA, Paulino PVR, Detmann E, Valadares RFD (2011) Avaliação de modelos não-lineares e da relação do consumo voluntário de vacas primíparas e de bezerros com a curva de lactação de vacas Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia** 40(6):1287-1295.
- Lancaster P, Krehbiel C and Horn G (2014) Ameta-analysis of effects of nutrition and management during the stocker and backgrounding phase on subsequent finishing performance and carcass characteristics. **The Professional Animal Scientist** 30:602-612.

- Lopes MA and Magalhães GP (2005) Rentabilidade na terminação de bovinos de corte em confinamento: Um estudo de caso em 2003, na região oeste de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia** 29(5):1039-1044.
- Lopes SA, Paulino MF, Detmann E, Valadares Filho SC, Valente EEL, Barros LV, Cardenas JEG, Almeida DM, Martins LS, Silva AG (2014) Supplementation of suckling beef calves with different levels of crude protein on tropical pasture. **Tropical Animal Health Production** 46:379–384.
- Lopes SA, Paulino MF, Detmann E, Valente EE, Rennó LN, Valadares RFD, Cardenas JEG, Almeida DM, Moura FH, Oliveira CAS (2017) Evaluation of supplementation plans for suckling beef calves managed on tropical pasture. **Semina Ciências Agrárias** 38:1027-1040.
- Lopes SA, Paulino MF, Detmann E. *et al.* (2016) Does supplementation of beef calves by creep-feeding systems influence milk production and body condition of the dams? **Tropical Animal Health Production** 48:1241–1246.
- Luchiarri Filho A (2000) Pecuária da Carne Bovina. São Paulo: R Vieira Gráfica e Editora, 134p.
- McManus C, Barcellos JO, Formenton BK, Hermuche PM, Carvalho OA, Guimarães R, Gianezini M, Dias EA, Lampert Vd, Zago D, Neto JB (2016) Dynamics of Cattle Production in Brazil. **Plos One** 11(1):0147138.
- Moretti MH, Resende FD, Siqueira GR, Roth APTP, Custódio L, Roth MTP, Campos WC, Ferreira LH (2013) Performance of Nellore Young bulls on Marandu grass pasture with protein supplementation. **Revista Brasileira de Zootecnia** 42:438-446.
- Moriel P and Arthington JD (2013) Effects of molasses-based creep-feeding supplementation on growth performance of pre- and post-weaned beef calves. **Livestock Science** 151:171-178.
- 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, Vendramini JM, Arthington JD, Aguiar AD, Caputti G (2017) Effects of crude protein level and degradability of limited creep-feeding supplements on performance of beef cow-calf pairs grazing limpograss pastures. **Livestock Science** 200:1–5.
- 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.
- Oliveira RL, Barbosa MAA, Ladeira MM, Silva MMP, Ziviani AC, Bagaldo AR (2006) Nutrição e manejo de bovinos de corte na fase de cria. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**.
- Ortega RM, Paulino MF, Detmann E, Rennó LN, Moreno DS, Marquez DC, Almeida DM, Martins LS, Ramalho T (2020) Supplementation levels for suckling female

- calves under grazing: productive and nutritional performance and metabolic profile. **Semina: Ciências Agrárias** 41:3.
- 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, *et al.* (1995) Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. **Journal of Animal Science** 73:3152-3172.
- Pazdiora RD, Resende FD, Faria MHD, Siqueira GR, Almeida GBDS, Sampaio RL, 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.
- Pini TRM *et al.* (2014) Análise econômica de sistemas de produção de bovinos de corte. **Boletim de Indústria Animal** 71:47-57.
- Poppi DP, Quigley SP, Silva TACCD, McLennan SR (2018) Challenges of beef cattle production from tropical pastures. **Revista Brasileira de Zootecnia** 47:1-9.
- Reis RR, 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** 642-655.
- Resende FD, Moreira AD, Oliveira IM, Siqueira GR (2015) **Ponto de abate: Peso corporal ou acabamento?** In.: IX Simpósio de Pecuária de Corte. Anais... Lavras:UFLA.
- Resende FD, Siqueira GR, Oliveira IM (Eds). (2018) Entendendo o Conceito BOI 777. Jaboticabal: Gráfica Multipress Ltda, 238p.
- Roth MTP, Resende FD, Oliveira IM, Fernandes RM, Custódio L, Siqueira GR (2017) Does supplementation during previous phase influence performance during the growing and finishing phase in Nellore cattle? **Livestock Science** 204:122–128.
- Sainz RD and Araujo FRC (2001) **Tipificação de carcaças de bovinos e suínos.** In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes. Anais... Campinas: Centro de Tecnologia de Carnes do Instituto de Tecnologia de Alimentos. p.26-55
- 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.
- Sharman ED, Lancaster PA, McMurphy CP, Garmyn AJ, Pye BJ, Mafi GG, Goad CL, Phillips WA, Starkey JD, Krehbiel CR, HornGW (2013) Effect of rate of body weight gain in steers during the stocker phase. I. Growth, partitioning of fat among depots, and carcass characteristics of growing-finishing beef cattle. **Journal of Animal Science** 91:4322–4335.
- Silva AG, Paulino MF, Amorim LS, *et al.* (2016) Weight, body condition, milk production, and metabolism of Nellore cows when their calves are submitted to different supplementation levels. **Tropical Animal Health Production** 49(2):383-387.

- Silva LH, Paulino PV, Assis GJ, Assis DE, Estrada MM, Silva MC, Silva JC, Martins TS, Valadares Filho SC, Paulino MF (2017) Effect of post-weaning growth rate on carcass traits and meat quality of Nellore cattle. **Meat Science** 123:192-197.
- Silveira AC *et al.* (1996) Sistema de produção de novilhos superprecoces. Botucatu: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 8p.
- Soares de Lima, JM *et al.* (2013) Hacia la ganadería de precisión: análisis económico de diferentes combinaciones de sistemas de recría y terminación. **Revista INIA** 35:19-25
- Therkildsen M, Stolzenbach S, Byrne DV (2011) Sensory profiling of textural properties of meat from dairy cows exposed to a compensatory finishing strategy. **Meat science** 87:73-80.
- Valente EEL, Paulino MF, Barros LV, Almeida DM, Martins LS, Cabral CHA (2014) Nutritional evaluation of young bulls on tropical pasture receiving supplements with different protein:carbohydrate ratios. **Asian-Australian Journal Animal Science** 27:1452–1460.
- Valente EEL, Paulino MF, Detmann E, Valadares Filho SC, Barros LV, Cabral CHA, Silva AG, Duarte MS (2012) Strategies of supplementation of female suckling calves and nutrition parameters of beef cows on tropical pasture. **Tropical Animal Health and Production** 44(7):1803-1811.
- Vendramini JMB, Arthington JD and Adesogan AT (2012) Effects of incorporating cowpea in a subtropical grass pasture on forage production and quality and the performance of cows and calves. **Grass and Forage Science** 67:129-135.
- Viñoles C, Jaurena M, De Barbieri I, Do Carmo M, Montossi F (2013) Effect of creep-feeding and stocking rate on the productivity of beef cattle grazing grasslands. **New Zealand Journal of Agricultural Research** 56:279–287.

CHAPTER 2 – Effect of different feeding strategies on performance and carcass traits of Nellore cattle¹

¹Este capítulo corresponde ao artigo científico que será submetido à revista Journal of Animal Science.

Abstract – This study evaluated different feeding strategies from birth to slaughter on pre- and post-weaning performance and carcass traits of Nellore bulls and the pre-weaning performance and milk yield of their dams. Eighty Nellore calves were blocked by their body weight (BW; 96.9 ± 9.43 kg) and randomly allocated to sixteen pastures. Treatments consisted of two different supplementations during pre-weaning phase: mineral (CONT; *ad libitum*) and creep-feeding [CREEP; 5 g/kg of body weight (BW)/calf/day]. After weaning, eight pastures with five calves from each treatment were assigned to one of two post-weaning systems: low gain rate (LOW; 1 g/kg BW/bull/day during dry season, mineral *ad libitum* during summer season and 3 g/kg BW/bull/day during finishing phase) and high gain rate (HIGH; 10 g/kg BW/bull/day during growing phase and 15 g/kg BW/bull/day during finishing phase). The experiment was conducted using a 2 x 2 factorial design. The effects of pre-weaning treatment were not detected for cows BW, body condition score (BCS), carcass measures and milk yield ($P \geq 0.25$). A tendency was detected on pre-weaning x post-weaning x day of study for bulls BW ($P = 0.10$). Effects of pre-weaning treatment were detected for calf average daily gain (ADG) and *Longissimus* muscle area (LMA, cm²), where CREEP calves showed greater ADG (1.016 kg/day vs. 0.922 kg/day) and LMA (63.8 cm² vs. 58.9 cm²) than CONT calves. Effects of post-weaning phase were observed for bulls ADG, carcass ultrasound at slaughter (except marbling), and carcass traits (except hindquarter measure; $P < 0.01$). There is an effect of the nutritional strategies used on the growth curve of the animals. Creep-feeding increases BW at weaning and does not alter the performance and milk production of the dams. The nutritional strategy adopted in the post-weaning phases affects the bulls daily gain weight, and consequently the age at slaughter. Bulls with the same body weight at slaughter, but younger, have a heavier carcass and greater dressing than those older.

Keywords: beef cattle. creep-feeding. gain rate. feeding strategies. slaughter age.

INTRODUCTION

In Brazil, grazing system is predominant in beef cattle farming, however, climatic seasonality is one of the main factors that limits the productivity. Protein supplementation is a strategy that not only corrects nutrient deficiencies in forages, but also improves pasture capacity. The amount of supplement provided alters body weight (BW) gain (Roth *et al.*, 2017; Sampaio *et al.*, 2017), whereas changes in BW gain from one phase of development to another affect future performance of beef cattle (Moretti *et al.*, 2013).

In beef cattle production systems, cow milk production does not meet the nutritional requirements of calving starting at three months of age (Henriques *et al.*, 2011). Thus, protein supplementation is required to improve calf preweaning growth performance (Valente *et al.*, 2012). Creep-feeding has been used to provide supplemental nutrients and increase calf preweaning performance (Moriel *et al.*, 2017; Vendramini & Moriel, 2018; Carvalho *et al.*, 2019). In a meta-analyses, suckling beef calves partially replaced forage (decreases approximately 0.43 g per kg of BW of forage for every g per kg of BW of supplement consumed), but did not decrease milk consumption. Moreover, to obtain maximum growth responses, protein supplements should be provided in moderate amounts (5 g per kg of BW; Carvalho *et al.*, 2019). Studies with beef cattle have demonstrated an increase in metabolic status between 3 and 7 months of age (metabolic imprinting) caused long—term effects on physiology and performance of beef calve (Moriel *et al.*, 2014ab; Harvey *et al.*, 2021). Therefore, creep-feeding may be used as a strategy to increase calf preening BW gain and induce metabolic imprinting effects on subsequent performance.

The performance evaluation of grazing beef cattle in isolated phases of the production system (Detmann *et al.*, 2014) or from weaning to slaughter (Roth *et al.*, 2017; Sampaio *et al.*, 2017) have been studied under tropical conditions with low to moderate amounts of supplementation. These studies demonstrated that cattle feeding at one stage of the production system had carryover effects on their performance and metabolism in subsequent phases, modulating BW, age and carcass characteristics at slaughter (Mota *et al.*, 2020). The growing phase is a key point for decreasing age at slaughter, due to its greater biological efficiency regarding tissue deposition and faster

growth compared to subsequent stages (Owens *et al.*, 1993). High-concentrate diets during both growing and finishing phases may shorten the production cycle (Patino *et al.*, 2015). In recent years, two management strategies have emerged in Brazil: intensive pasture growing (IPG) and intensive pasture finishing (IPF), which aim to provide high amounts of concentrate supplementation with high energy levels (10 g/kg BW in IPG and 15 to 20 g/kg BW in IPF). Studies evaluating IPG and IPF observed overall average daily gain (ADG) of 0.895 and 1.050 kg per day, respectively, and a reduction on age at slaughter compared to non-intensive strategies (Cidrini, 2024; Moretti, 2015; Soares *et al.*, 2023).

Thus, identifying the optimal pre- and post-weaning nutritional strategy for non-castrated beef calves is important to increasing profitability in the beef system. We hypothesized that the use of creep-feeding combined with supplementation that ensures high gain rates during the growing and finishing phases of Nellore beef calves would improve their performance and reduce their age at slaughter compared to non-creep fed calves offered less intensive post-weaning supplementation during growing and finishing phases. This study evaluated the impacts of creep-feeding and different post-weaning supplementation strategies on growth performance in the growing and finishing phases and carcass characteristics at slaughter of non-castrated, male Nellore calves. Additionally, this study evaluated the impacts of creep-feeding supplementation on cow performance and milk production.

MATERIALS AND METHODS

This experiment was approved by the Ethics Committee on Animal Use of Development Decentralization Department (CEUA-DDD, protocol no 0006/2021). The research was conducted at the Experimental Farm of Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Regional Center of Colina (APTA-Colina, Brazil) from December, 2021 to March, 2024 (839 days).

Animals

The experiment period was divided into preweaning and post-weaning phases. Eighty Nellore (*Bos indicus*) calves were generated from artificial insemination using 3 Nellore

bulls. Calves had an initial BW of 96.9 ± 9.43 kg (2 ± 1 mo of age) and were managed similarly on pasture without creep-feeding supplementation before the start of the study.

Pre-weaning phase

The pre-weaning phase was conducted during the summer season in Brazil (1 December to 22 May; day 0 to 172). At the beginning of the experiment (day 0), calves and their dams were blocked by initial calf BW, and then randomly allocated into 1 of 16 pastures of Brachiaria grass (*Urochloa brizantha* cv. Marandu; 7.5 ha and 5 cow-calf pairs per pasture). Treatments were randomly assigned to pastures and consisted of two supplementation strategies during the preweaning phase: (1) free choice access to mineral supplement (n = 40 calves; **CONT**); and (2) creep-feeding supplementation of protein and energy at 5 g per kg of BW per day (n = 40; **CREEP**). Creep-feeding supplement amount was selected based on previous studies conducted in tropical conditions (Carvalho *et al.*, 2019) and the composition of both supplements is reported in Table 1. During the preweaning phase, calves received their respective treatment once a day (10:00 h). Each paddock had semicircular drinkers and covered mineral troughs (3 m $\times$ 0.5 m) and a creep-feeding area (11 m $\times$ 11 m) with drinkers and covered feed troughs (6 m $\times$ 0.5 m) for the calves. The mineral supplement was provided *ad libitum* for the cow-calf pair and the protein and energy supplement amount for the calves was calculated based on BW at the beginning of each experimental period.

Table 1. Average nutritional composition (DM basis) of supplements and ingredients offered to young bulls from day 0 (2 mo of age) to slaughter (20 or 30 mo of age).

Item	Pre-weaning ¹	Post-weaning - Growing				Finishing	
	CREEP	LOW yr 1 dry	LOW yr 2 dry	HIGH dry	HIGH rainy	LOW	HIGH
Supplement offered, g/kg BW	5.00	1.00	1.00	10.0	10.0	3.00 ²	15.0
Corn meal, %	60.0	12.0	12.0	68.8	79.6	-	85.0
Soybean meal, %	-	38.0	38.0	24.8	14.0	-	10.5
Mineral core*, %	40.0 ³	50.0 ⁴	50.0 ⁴	6.40 ⁵	6.40 ⁵	-	4.50 ⁵
Nutrient profile ⁶							
CP, % DM	20.8	44.2	38.6	24.7	22.8	25.0	18.3
EE, % DM	2.29	1.95	1.95	2.81	3.02	1.40	3.14
Ash, % DM	6.15	35.4	35.7	8.41	6.25	20.0	6.40

BW: body weight; DM: dry matter; CP: crude protein; EE: ethereal extract.

¹ Mineral salt provided to control calves and cows: 135 g Ca (min); 90 g P (min); 125 g Na (min); 40 g S (min); 10 g Mg (min); 0.10 g Co (min); 1.67 g Cu (min); 0.12 g I (min); 1.29 g Mn (min); 0.03 g Se (min); 6.20 g Z (min); 1.50 g F (max);

² Energy protein mineral supplement – 52.6% of DM from corn germ; 29.8% of DM from cotton meal; 2.42% of DM from urea; 15.2% of DM from premix: 42 g Ca (max); 23 g Ca (min); 6000 mg P (min); 13 g Na (min); 3000 mg S (min); 1000 mg Mg (min); 2.4 mg Co (min); 40 mg Cu (min); 3 mg I (min); 30 mg Mn (min); 0.8 mg Se (min); 148 mg Z (min); 100 mg F (max); 90 g NNP Eq. CP (max); 600 g TDN (min); 80 mg Monensina.

³ 86.6% of DM from soybean meal; 20 g Ca (min); 12 g P (min); 7.8 g Na (min); 4 g S (min); 7.5 g Mg (min); 0.005 g Co (min); 0.07 g Cu (min); 0.005 g I (min); 0.20 g Mn (min); 0.001 g Se (min); 0.24 g Z (min); 0.35 g Fe (min); 20000 g vitamin A (min); 2800 g vitamin D3 (min); 200 g vitamin E (min); 2.5x10⁷ UFC/g *Saccharomyces cerevisiae*;

⁴ 170 g Ca (max); 153 g Ca (min); 30 g P (min); 80 g Na (min); 30 g S (min); 4000 mg Mg (min); 30 mg Co (min); 520 mg Cu (min); 38 mg I (min); 400 mg Mn (min); 10 mg Se (min); 1925 mg Z (min); 500 mg F (max); 620 g NNP Eq. CP (max); 40 mg Monensina.

⁵ 107 g Ca (max); 90 g Ca (min); 10 g P (min); 40 g Na (min); 17 g S (min); 17 mg Co (min); 285 mg Cu (min); 21 mg I (min); 825 mg Mn (min); 5 mg Se (min); 1060 mg Z (min); 167 mg F (max); 1000 g NNP Eq. CP (max); 630 mg Monensina.

⁶ Values obtained from a commercial laboratory wet chemistry analysis (Masterlab Laboratory, Arujá, São Paulo, Brazil).

*Data provided by the manufacturer (Bellman - Trouw Nutrition, São Paulo, Brazil).

Post-weaning phases

Calves were acclimated to weaning for 10 days before the start of the post-weaning treatments. Calves remained in their respective pasture group throughout the pre- and post-weaning phases. On day 182, post-weaning treatments were randomly assigned

to pastures, in a 2 x 2 factorial design, according to preweaning pasture (4 post-weaning pastures per preweaning treatment; 5 calves per pasture). Post-weaning treatments consisted of: (1) low protein and energy supplementation during the dry season (1 g per kg of BW per calf daily for 313 days), followed by *ad libitum* trace mineral supplementation during the summer season (209 days) and protein supplementation (3 g per kg of BW per calf daily during the finishing phase (132 days; **LOW**); and (2) high protein and energy supplementation during the dry and summer seasons (10 g per kg of BW per calf daily for 225 days) and during finishing (15 g per kg of BW per calf daily (98 days; **HIGH**). The duration of each period was calculated as a function of the estimated gain for each phase, with the objective of similar slaughter BW among treatments. Supplement composition is shown in Table 1. During the post-weaning phases, bulls were supplemented once a day (10:00 h) and the grazing area consisted of Brachiaria grass (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) divided into 16 paddocks (approximately 1.0 ha each). Each paddock had semicircular drinkers and covered feed troughs (0.8 m × 0.8 m) for supplementation – Intergado®. Every 28 days, bulls were weighed at Intergado System, and the BW was used to adjust the amount of supplement. The mineral supplement was provided *ad libitum*, and the protein/energy supplement amount was calculated based on BW at the beginning of each experimental period. The amount of supplement provided was formulated to meet the requirements according to BR-CORTE (2016).

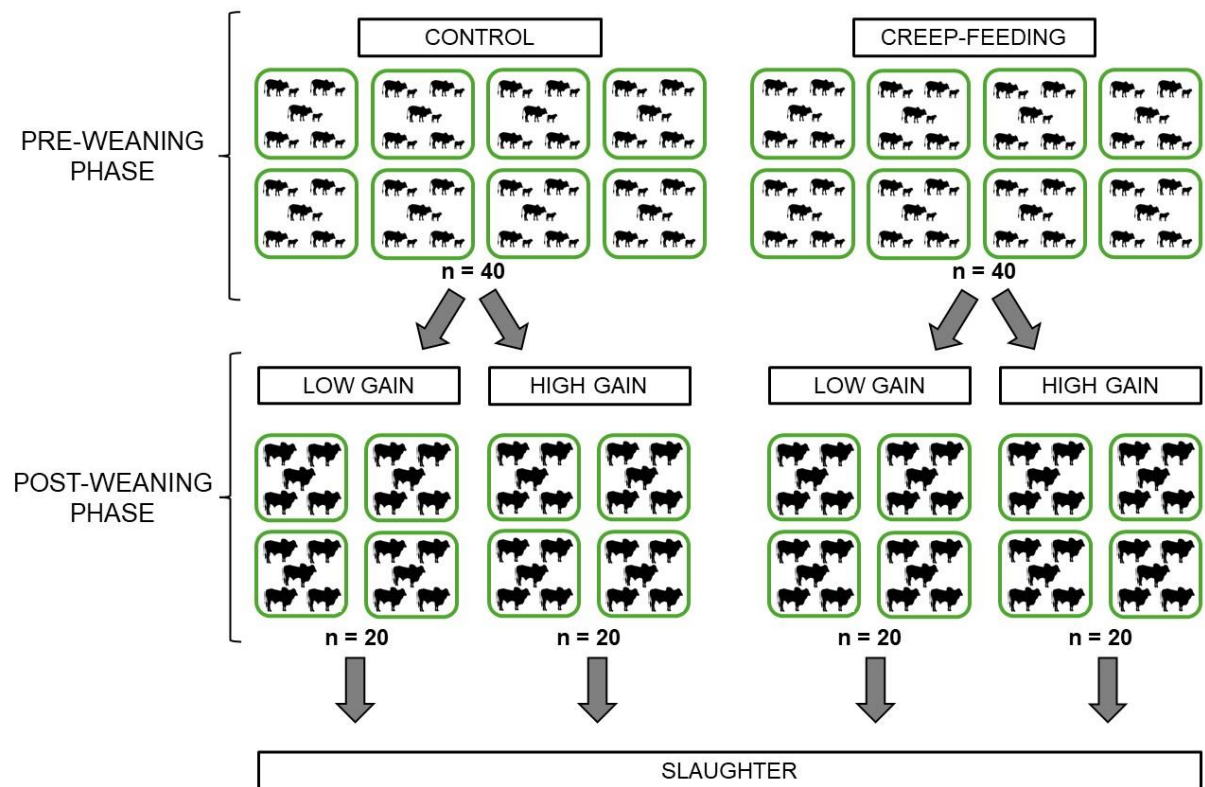


Figure 1. Experimental design. Control (mineral supplementation *ad libitum*); Creep (5 g/kg BW/day); Low gain (1 g/kg BW/day + mineral supplementation *ad libitum* on growing phase + 3 g/kg BW/day on finishing phase); High gain (10 g/kg BW/day on growing phase + 15 g/kg BW/day on finishing phase).

Data collection

Calves and their dams were weighted at the beginning and at the ending of each phase and the individual full BW (no feed and water withdrawal) was recorded and averaged over two consecutive days at 0700h using a digital scale (model RUDD 300, Coimma LTDA, Dracena, SP, Brazil). Cow individual body condition score (BCS, scale 1-5, Ayres *et al.*, 2014) were assessed on day 0 and at weaning (day 172). Calf average daily gain (ADG) was calculated by subtracting the final BW from the initial BW divided by the number of days of each respective phase. Every 35 days, the calves were weighed, and the BW was used to adjust the amount of supplement. The individual supplement intake was calculated from daily supplements and subtracted from the

leftovers of the next day, divided by the number of animals/paddocks throughout the experimental period (Table 2).

Table 2. Average supplement intake by calves from day 0 (2 mo of age) to slaughter (20 or 30 mo of age).

Item	CONT		CREEP		Post-weaning feeding time, days	
	LOW	HIGH	LOW	HIGH	LOW	HIGH
Supplement intake, kg/day						
Pre-weaning phase ¹	0.129	0.129	0.787	0.787	172	172
Growing phase - dry season	0.295	2.93	0.303	3.12	313	141
Growing phase - rainy season	0.058	3.96	0.057	4.15	209	84
Finishing phase	1.38	6.77	1.50	7.00	132	98

¹For the control treatment in this phase, the intake of the cow-calf pair was used.

Carcass ultrasound was performed at weaning and slaughter. A veterinary ultrasound Piemedical—Scanner 200 with a linear probe (ASP-18) and frequency of 3.5 MHz was used. The longissimus muscle area (LMA; cm²), backfat thickness (BFT, mm), and marbling (points 1 to 10) were measured through ultrasound images. Images were taken between the 12th and 13th ribs, transverse to the *Longissimus dorsi* muscle. Thus, the fat thickness was measured in the distal middle third of the rib eye area. Rump fat thickness (RFT) was measured in the longitudinal position between the ileum and ischium bones in the rump (junction of the gluteus medius and biceps femoris muscles). Vegetable oil was used as an acoustic coupling in all evaluations and was performed by a certified technician (DGT Brasil, Software BIA).

Cow milk yield

Cow milk production was collected on days -30, 30, 90, and 150 (days 30, 90, 150 and 210 of lactation period) from all cows. The evaluation on day -30 was performed to equalize milk production between treatments at the beginning of study. Cows were separated from their calves at 5 pm At 6 am of the following day, each cow was injected with 2 mL of oxytocin (10 IU/mL; Ocitovet, Jacareí, São Paulo, Brazil) in the mammary artery and milked immediately following injection using a milking machine. The exact time when each cow was milked was recorded, and the daily yield (DY) was calculated according to Restle *et al.*, 2003: $DY \text{ (kg/day)} = (MoY \times 24 \text{ h})/MMT$, where MoY represents the morning yield (kg) and MMT represents the morning milking time (kg)—

the time recorded of previous calf separation. The milk yield was corrected to 4% of fat-corrected milk (FCM) according to NRC, 2001: $\text{FCM (kg/day)} = 0.4 \times \text{DY (kg/day)} + 15 \times \text{milk fat content (kg/day)}$. Individual milk samples (50 mL) were collected in bottles containing a preservative (bromonate) to evaluate the milk's composition. Milk samples were stored under refrigeration immediately following collection and then sent to a commercial laboratory (Milk Clinic, Piracicaba—Brazil) and analyzed for concentrations of protein, fat, lactose, total solids, ureic N and casein contents, and somatic cell content (SCC).

Pasture Characteristics

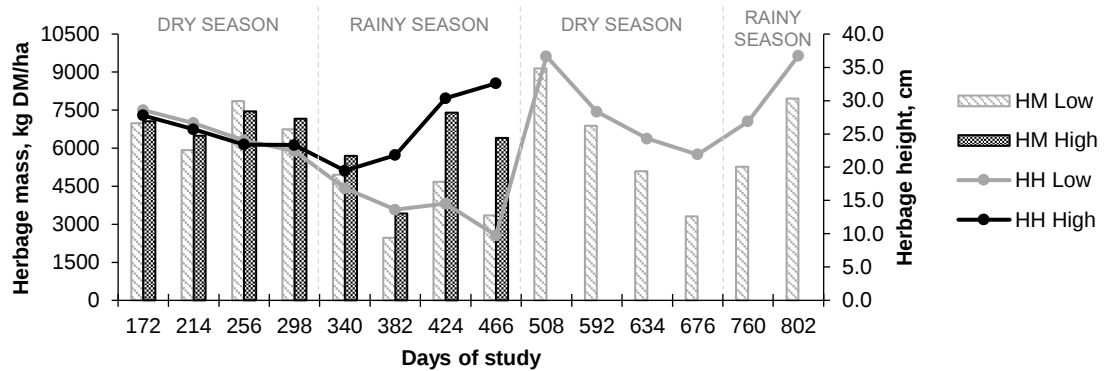
Quantitative and qualitative assessments of the pasture conditions, measuring herbage mass, structural components, and chemical composition, were performed at the beginning of the experiment and every 42 days (Table 3 and Figures 2 and 3). The forage mass was estimated using the double sampling method (Sollenberger e Cherney, 1995). The quantitative and structural components of the forage sward were evaluated at medium heights, the forage components were weighed and oven-dried at 55°C for 72 h to obtain the partial DM. Hand-plucked samples were used to estimate the dietary nutritional value (De Vries, 1995). Samples were oven-dried at 55°C for 72 h and then ground in a Wiley mill (Thomas Model 4, Thomas Scientific, Swedesboro, NJ, USA) to pass a 1-mm mesh sieve, for further analysis. Samples were analyzed for neutral detergent fiber (NDF), crude protein (CP) and in-vitro digestible dry matter (IVDDM). All analyses were described by spectroscopy in the near-infrared light region, NIRS (Near Infrared Spectrometer), using FT-NIR modular spectrometer, model NIRFlex N500, brand Büchi Labortechnik AG (Flawil, Switzerland), the equipment was calibrated using the Spectralon® standard every 120 minutes. Spectral measurements were obtained using the NIRWare Operator 1.2 Software (Büchi Labortechnik, Flawil, Switzerland), in diffuse reflectance mode. The multivariate calibration model was developed at the Colina Regional Development and Research Unit (APTA), based on the chemical composition results obtained by reference methods (laboratory) and spectral measurements (NIRS) of the samples.

Table 3. Structure and chemical composition of *Brachiaria* pastures during the pre-weaning phase.

Item ¹	Pre-weaning treatment		SEM	Day of study					SEM
	CONT	CREEP		0	42	84	126	168	
Herbage mass, kg DM/ha	5820	5096	255	4081	4807	5342	5850	7209	357
Herbage height, cm	29.4	24.9	2.16	26.5	24.3	25.3	33.0	26.7	2.77
Herbage allowance, kg DM/kg BW	7.08	6.00	0.38	6.24	6.61	6.18	6.49	7.45	0.32
Stocking rate*, AU/ha	1.82	1.83	0.04	1.45	1.62	1.92	2.01	2.14	0.04
CP, % DM	11.4	11.7	0.37	11.0	16.1	11.8	10.7	8.45	0.31
NDF, % DM	70.5	70.7	0.57	75.3	63.6	68.4	72.8	75.9	0.50
IVDDM, %	70.5	70.6	1.13	61.0	74.5	76.8	73.4	67.5	2.00

DM: dry matter; BW: body weight; AU: animal unit; ha: hectare; CP: crude protein; NDF: neutral detergent fiber; IVDDM: in-vitro digestibility of dry matter; SEM: standard error mean.

(a)



(b)

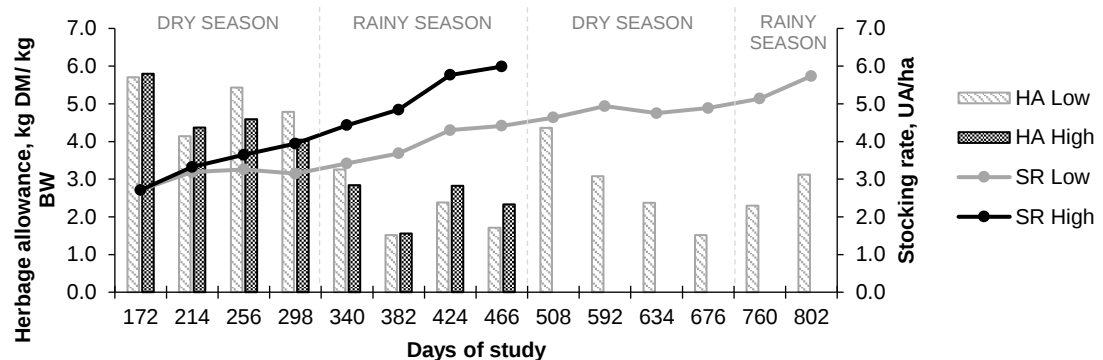


Figure 2. Herbage mass and height (a) and herbage allowance and stocking rate (b) of *Brachiaria* pastures during the post-weaning phases.

Stocking rate (SR) was calculated by dividing the herbage mass by the total weight of the animals in the paddock.

HM: Herbage mass; HH: Herbage height; HA: Herbage allowance; SR: Stocking rate

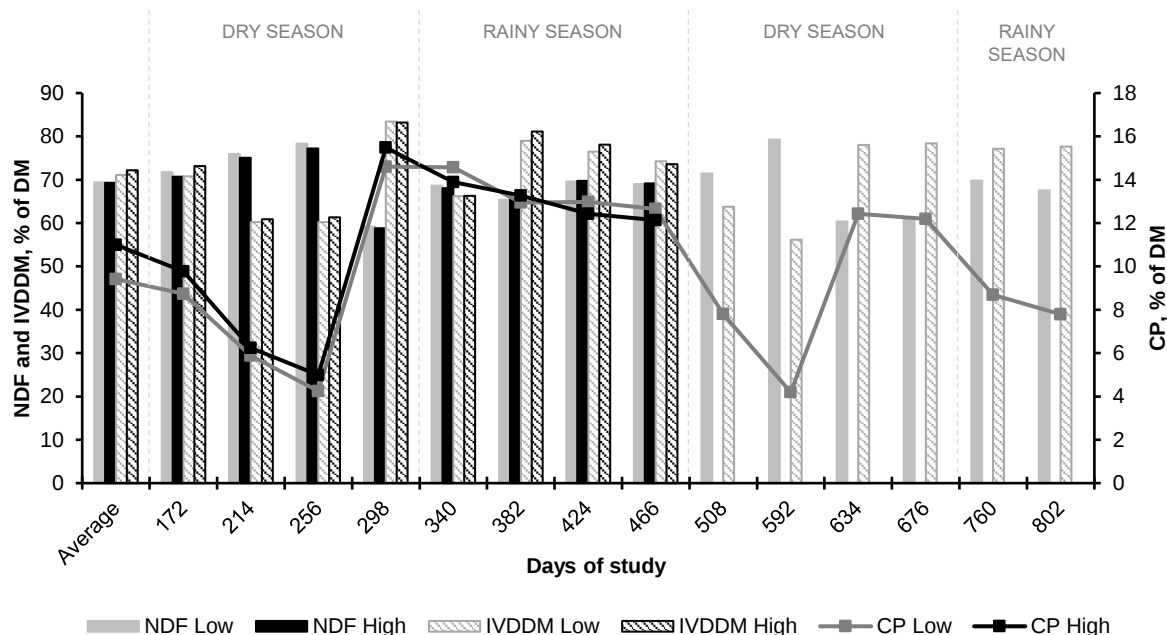


Figure 3. Chemical composition of Brachiaria pastures during the post-weaning phases.

CP: crude protein; DM: dry matter; NDF: neutral detergent fiber; IVDDM: in-vitro digestibility of dry matter

Slaughter and Carcass Characteristic

Bulls were weighed at the end of finishing phase. On the following day, bulls were loaded onto trucks and transported to a commercial slaughterhouse (Minerva Foods, Barretos, São Paulo, Brazil) located 34 km from the research facility. Upon arrival at the slaughterhouse, bulls were kept in resting pens for 18 h (with free access to water) and then submitted to humanitarian slaughter according to the Brazilian RIISPOA (Regulation of Industrial and Sanitary of Animal Products), following the standard practices of Brazilian Federal Inspection. At the time of slaughter, the renal-pelvic-inguinal fat (RPIF) were collected from all animals. After the slaughter, all carcasses were individually identified and weighed for hot carcass weight (HCW), and the dressing percent was calculated ($DP, \% = HCW/\text{final BW}$). The carcass ADG was calculated as the difference between the final and initial HCW, divided by the number of growing and finishing days, according to the treatment.

After 24 h post slaughter, the carcass length, rib depth, hindquarter length and thigh thickness were measured on the right half-carcass, following the methodology described by Müller (1987). After 24 h post-slaughter with cold-chamber storage (2°C),

all carcasses were weighed, and the cold carcass weight (CCW) was measured. To quantify primal cuts of the carcass, the right half-carcass was separated into the forequarter (between the fifth and sixth rib), thin flank, and hindquarter, according to the Brazilian Beef Cuts Standards (BRASIL, 1990).

Statistical analysis

Binary data (the cow pregnancy rate) were analyzed using the GLIMMIX procedure of SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, version 9.4). Nonbinary data pre-weaning were analyzed as a completely randomized block design and data post-weaning were analyzed as a completely randomized block design in a 2×2 factorial arrangement using the MIXED procedure of SAS (version 9.4) and paddock as experimental unit. The paddock was considered the experimental unit, whereas the cow (paddock) or calf/bull (paddock) were included as random effects in all statistical analyses. The cow BW, BCS, ultrasound carcass, milk yield and contents and bull BW were analyzed as repeated measures and tested for the fixed effects of treatments, the day of the study, and all resulting interactions, using the cow (pasture) or calf/bull (pasture) as the subjects. The covariance structure was chosen using the lowest Bayesian information criterion. The cow and calf/bull average daily gain (ADG), calf/bull ultrasound carcass and carcass traits were tested for the fixed effects of treatment using the cow (paddock) or calf/bull (paddock) as a random effect. All results are reported as the least-square means. The means were separated by PDIFF when a significant F-test was detected. Significance was fixed at $P \leq 0.05$ and tendencies when $P > 0.05$ and ≤ 0.10 .

RESULTS

Cow evaluation

The effects of preweaning treatment $\times$ day of study and preweaning treatment were not observed ($P \geq 0.25$) for cow BW, BCS, ADG, carcass ultrasound measures and pregnancy rate (Table 4).

Table 4. Body weight (BW), body condition score (BCS), average daily gain (ADG) and ultrasound carcass measurements of cows during the preweaning phase (day 0 to 172).

Item	Pre-weaning treatment		SEM	<i>P</i> -value ¹
	CONT	CREEP		
Cow BW, kg				
Day 0 (start of treatment)	424	423	4.91	0.94
Day 170 (weaning)	509	501	5.61	0.49
Cow BCS, kg				
Day 0 (start of treatment)	3.03	3.05	0.05	0.78
Day 170 (weaning)	3.79	3.91	0.05	0.25
ADG, kg/day				
Day 0 to 170	0.523	0.486	0.03	0.28
Carcass Ultrasound				
LMA, cm ²	54.7	54.4	1.55	0.85
LMA, cm ² /100kg	11.7	11.8	0.29	0.77
BFT, mm	3.98	4.08	0.24	0.76
BFT, mm/100kg	0.84	0.87	0.05	0.60
RFT, mm	5.78	5.45	0.33	0.47
Ratio	0.45	0.45	0.01	0.85
Marbling	3.53	3.61	0.11	0.59
Pregnant rate ² , %	67.5 (27/40)	77.5 (31/40)	0.07	0.34

LMA: Longissimus muscle area; BFT: backfat thickness; RFT: rumpfat thickness.

¹P-value for the comparison of effects of treatment (pre-weaning) for all variables.

²Cows were inseminated and resynchronized, when not pregnant, on days -26, 15 and 58 of study.

The effects of pre-weaning treatment × day of study were not detected ($P \geq 0.34$) for milk yield, fat-corrected milk yield, and milk contents, but the effects of pre-weaning treatment were detected ($P \leq 0.02$) for milk lactose (Table 5). Milk lactose was greater for control vs. creep-feeding cows. The effect of the day of study was detected ($P \leq 0.02$) for milk yield, fat-corrected milk yield, and milk contents. The milk and fat-corrected milk yield and milk lactose increased from day -30 to 30 and decreased from day 30 to 150, whereas the others milk contents decreased from day -30 to 150, except somatic cell content (SCC; Table 5).

Table 5. Milk yield and composition of cows during the pre-weaning phase (day 0 to 172).

Item	Pre-weaning treatment		SEM	P-value Treat	Day of study				SEM	P-value Day of study
	CONT	CREEP			-30	30	90	150		
Milk yield, kg/day	5.10	4.81	0.33	0.25	5.40	5.81	4.84	3.77	0.31	<0.01
FC milk yield, kg/day	5.32	4.90	0.39	0.17	4.73	5.84	5.30	4.56	0.38	<0.01
Milk fat, %	4.32	4.15	0.23	0.26	3.07	3.95	4.65	5.26	0.24	<0.01
Milk protein, %	3.83	3.77	0.06	0.39	3.22	3.71	3.97	4.30	0.06	<0.01
Milk lactose, %	4.70	4.48	0.06	0.02	4.56	4.81	4.6	4.40	0.05	<0.01
Milk TS, %	13.9	13.5	0.32	0.11	12.0	13.6	14.3	15.1	0.31	<0.01
SCC, x mil/ml	382	589	131	0.28	622	366	507	450	118	0.26
Milk UN, mg/dL	11.5	11.7	11.3	0.70	11.6	11.0	11.6	11.0	0.48	<0.01
Milk casein, %	3.07	3.00	0.06	0.24	2.53	2.99	3.22	3.40	0.05	<0.01

SEM: standard error mean; Treat: treatment; FC: fat-corrected; TS: total solids; SCC: somatic cell content; UN: ureic nitrogen

Bull evaluation

A tendency was detected ($P = 0.10$) on pre-weaning phase $\times$ post-weaning phase $\times$ day of study for calf BW (Figure 4). Calf BW on day 0 did not differ ($P = 0.45$) among treatments. Calf BW at weaning (d 170) was greater ($P \leq 0.01$) for creep-feeding vs. control calves (249 kg vs. 260 kg). After weaning, young bulls that received supplementation for high gain rate showed greater BW ($P < 0.01$) than the one that received supplementation for low gain rate, and CREEP-LOW bulls showed greater BW ($P < 0.01$) than CONT-LOW bulls, where they were 25 kg, 27 kg, 49 kg and 32 kg greater ($P \leq 0.01$) on days 407, 506, 707 and 839, respectively.

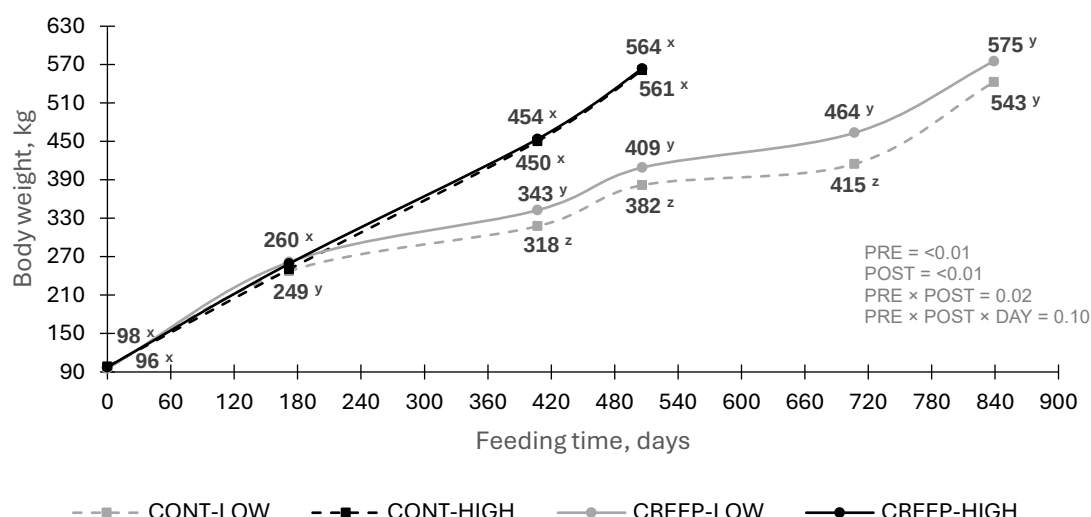


Figure 4. Bulls body weight (BW) during the study (d 0 to 839).

^{x,y,z} For each variable, means without a common superscript letter has a tendency to be significantly different.

PRE: pre-weaning phase; POST: post-weaning phase; DAY: day of study.

The calf ADG from day 0 to 170 was greater ($P = 0.01$) for creep-feeding vs. control calves (Table 6). The calf *Longissimus* muscle area (LMA) at weaning was greater ($P < 0.01$) for creep-feeding vs. control calves (Table 6). The others carcass ultrasound measures at weaning did not differ between treatments ($P > 0.06$; Table 6).

Table 6. Pre-weaning growth performance and carcass ultrasound of calves receiving no supplement (Control) or creep-feeding supplement for 170 days prior to weaning.

Item	Pre-weaning treatment		SEM	P-value ¹
	CONT	CREEP		
Calf ADG, kg/day				
Day 0 to 170	0.922	1.016	0.03	0.01
Calf Carcass US at weaning				
LMA, cm ²	58.9	63.8	1.96	<0.01
LMA, cm ² /100kg	23.5	23.8	0.64	0.52
BFT, mm	2.83	3.13	0.13	0.15
BFT, mm/100kg	1.13	1.17	0.05	0.61
RFT, mm	4.12	4.27	0.14	0.48
Ratio	0.48	0.49	0.009	0.21
Marbling	2.79	2.52	0.09	0.06

SEM: standard error mean; ADG: average daily gain; US: ultrasound; LMA: Longissimus muscle area; BFT: backfat thickness; RFT: rumpfat thickness.

¹P-value for the comparison of effects of treatment for all remaining variables.

The effects of pre-weaning phase $\times$ post-weaning phase were observed ($P = 0.01$) for ADG during growing phase (Table 7). The bull ADG was greater ($P = 0.01$) on CREEP-HIGH and CONT-HIGH treatments than the CREEP-LOW and CONT-LOW. The effect of pre-weaning phase was observed ($P \leq 0.02$) for LMA (cm^2) and ratio at slaughter (Table 7). The bull LMA and ratio were greater for creep-feeding vs. control bulls. The effect of post-weaning phase was observed ($P \leq 0.01$) for all variables, except marbling scores (Table 7). Bulls that received supplementation for high gain rate showed greater ADG during finishing phase ($P < 0.01$) and ultrasound carcass measurements ($P < 0.01$) at slaughter than bulls that received supplementation for low gain rate. Marbling scores at slaughter did not differ among treatments ($P \geq 0.07$).

Table 7. Average daily gain (ADG) and ultrasound (US) carcass measurements of bulls during the post-weaning phase.

Item	CONT		CREEP		SEM	P-value		
	LOW	HIGH	LOW	HIGH		PRE	POST	PRE $\times$ POST
Feeding time, days	839	506	839	506				
ADG, kg/day								
Growing phase	0.345 ^b	0.945 ^a	0.394 ^b	0.898 ^a	0.02	0.95	<0.01	0.01
Finishing phase	0.968	1.156	0.847	1.138	0.04	0.08	<0.01	0.18
Carcass US at slaughter								
LMA, cm^2	71.9	96.3	77.1	99.1	2.13	0.02	<0.01	0.49
LMA, $\text{cm}^2/100\text{kg}$	13.6	17.5	13.8	17.9	0.31	0.27	<0.01	0.73
BFT, mm	3.15	4.74	3.11	5.20	0.22	0.34	<0.01	0.26
BFT, mm/100kg	0.59	0.85	0.56	0.94	0.05	0.47	<0.01	0.12
RFT, mm	4.51	6.94	4.43	7.64	0.32	0.33	<0.01	0.23
Ratio	0.49	0.52	0.52	0.53	0.01	<0.01	<0.01	0.13
Marbling	3.09 ^x	3.02 ^x	2.83 ^y	3.09 ^x	0.10	0.30	0.30	0.07

SEM: standard error mean; PRE: pre-weaning phase; POST: post-weaning phase; ADG: average daily gain; US: ultrasound; LMA: Longissimus muscle area; BFT: backfat thickness; RFT: rumpfat thickness.

^{a,b} For each variable, within a row, means without a common superscript letter are significantly different.

^{x,y} For each variable, within a row, means without a common superscript letter has a tendency to be significantly different.

A tendency was detected ($P \leq 0.08$) for pre-weaning phase $\times$ post-weaning effects on hot carcass weight (HCW), cold carcass weight (CCW), thin flank weight and rib depth (Table 8). For the HCW, the CONT-HIGH and CREEP-HIGH bulls did not differ ($P = 0.61$). The CREEP-HIGH bulls were 13 kg and 34 kg heavier than the

CREEP-LOW bulls and CONT-LOW bulls, respectively ($P \leq 0.04$), whereas the CONT-HIGH bulls and CREEP-LOW bulls did not differ ($P = 0.13$). The CREEP-LOW bulls were 21 kg heavier than CONT-LOW bulls ($P < 0.01$). The CONT-HIGH and CREEP-HIGH bulls did not differ ($P = 0.56$), and the CREEP-HIGH bulls were heavier than the CREEP-LOW bulls and CONT-LOW bulls ($P \leq 0.08$), while the CONT-HIGH bulls and CREEP-LOW bulls did not differ ($P = 0.24$). The CREEP-LOW bulls were heavier than CONT-LOW bulls ($P < 0.01$). For thin flank weight, the high gain rate bulls were 1.27 kg heavier than low gain rate bulls ($P < 0.01$), and for rib depth the high gain rate bulls showed smaller values than low gain rate bulls (44.7 cm vs. 48.8 cm, $P < 0.01$). The effect of post-weaning phase was observed ($P \leq 0.01$) for all variables, except for hindquarter weight (Table 8). The bull carcass dressing, carcass average daily gain (ADGc), renal-pelvic-inguinal fat (RPIF), drip loss, thin flank weight and thigh thickness were greater ($P < 0.01$) on high gain rate treatments. The bull forequarter weight, carcass length, rib depth and hindquarter length were greater ($P < 0.01$) on low gain rate treatments. The hindquarter weight did not differ among treatments ($P \geq 0.22$).

Table 8. Carcass traits of bulls receiving high or low supplementation from weaning to slaughter.

Item	CONT		CREEP		SEM	P-value		
	LOW	HIGH	LOW	HIGH		PRE	POST	PRE × POST
Feeding time, days	839	506	839	506				
Measurements on hot carcass								
HCW, kg	283 ^z	314 ^{xy}	304 ^y	317 ^x	7.92	0.01	<0.01	0.07
Dressing, %	52.1	55.9	52.8	56.3	0.27	0.06	<0.01	0.55
ADGc, kg/day	0.239	0.565	0.259	0.562	0.01	0.36	<0.01	0.23
RPIF, % BW	0.38	1.01	0.39	0.87	0.05	0.16	<0.01	0.13
Measurements on cold carcass								
CCW, kg	282 ^z	312 ^{xy}	304 ^y	316 ^x	7.95	0.01	<0.01	0.08
Drip loss, kg	0.778	2.56	0.895	2.37	0.25	0.89	<0.01	0.55
Hindquarter, % CCW	45.7	45.6	45.6	45.0	0.38	0.27	0.22	0.42
Forequarter, % CCW	45.0	44.2	45.5	44.4	0.39	0.22	<0.01	0.53
Thin flank, % CCW	9.36 ^y	10.2 ^x	8.91 ^y	10.6 ^x	0.24	0.96	<0.01	0.07
Carcass length, cm	150	144	148	144	3.46	0.61	<0.01	0.70
Rib depth, cm	49.4 ^a	44.2 ^b	48.2 ^a	45.3 ^b	0.55	0.90	<0.01	0.03
Hindquarter length, cm	92.8	86.7	94.9	87.1	1.50	0.10	<0.01	0.27
Thigh thickness, cm	114	118	116	118	1.45	0.21	<0.01	0.15

SEM: standard error mean; PRE: pre-weaning phase; POST: post-weaning phase; HCW: hot carcass weight; ADG: carcass average daily gain; RPIF: renal-pelvic-inguinal fat; BW: body weight; CCW: cold carcass weight;

^{a,b} For each variable, within a row, means without a common superscript letter are significantly different.

^{x,y,z} For each variable, within a row, means without a common superscript letter has a tendency to be significantly different.

DISCUSSION

Cow evaluation

Our results are in agreement with previous studies (Lopes *et al.*, 2016; Carvalho *et al.*, 2019) that reported that calf supplementation did not affect dam milk production. Several studies reported that creep-fed calves spent less time grazing but a similar amount of time suckling, compared to non-creep-fed calves (Carvalho *et al.* 2019), indicating that calves partially replace forage, but do not substitute milk by concentrate feeds. This probably occurred because calves prefer milk, supplement, and forage, in that order (Lopes *et al.*, 2016). Furthermore, it was observed that all milk components

changed throughout the lactation period, in which total solids, protein, and fat increased linearly throughout lactation, confirming previous reports by Lopes *et al.* (2022).

There were no effects of creep-feeding on BW, BCS and carcass measurements of cow in the current study may be associated with no difference in milk production. Similarly, Lopes *et al.* (2016) detected no differences in cow BW and BCS. Thus, cow milk yield would not be a factor influencing calf performance, and therefore the differences between creep-fed and non-creep-fed calves must be due to supplementation alone. Cows in the present study maintained a BCS above the desirable (>3.25 on a five point scale, Ayres *et al.*, 2014, Cooke *et al.*, 2021, Carvalho *et al.*, 2022), so it was not surprising that pregnancy rates did not differ between treatments. Furthermore, the authors acknowledge that the study was not adequately powered to evaluate binary outcomes associated with pregnancy attainment, which requires a greater number of animals and pasture replicates to reach >80%.

Bull evaluation

As proposed, the supplement used in creep-feeding was efficient in promoting a difference in the growth curve of the animals and inefficient in promoting supplemental weight gain. During the pre-weaning phase, the animals presented weight gain of 0.922 kg/day and 1.016 kg/day, with the use of mineral salt or creep-feeding, respectively. Creep-feeding promoted an additional weight gain of 0.094 kg/day and 11 kg more at weaning, and a larger Longissimus muscle area (LMA) at weaning (63.8 cm² vs. 58.9 cm²), which is related to the greater BW. Carvalho *et al.* (2019), using a meta-analytic approach, demonstrated a difference of 30 kg at weaning, when the animals reached a maximum additional gain of 0.200 kg/day. In the current study the calculated supplemental feed efficiency was 0.02 kg of added gain per kg of supplement intake (kg/kg). Considering the average BW observed in Carvalho *et al.* (2019) of 179 kg for creep-fed bull and the estimated supplement intake for maximal supplemental weight gain responses, the calculated supplemental feed efficiency was 0.15 kg of added gain per kg of supplement intake (kg/kg).

The smaller difference in BW at weaning between creep-feeding vs. control groups, in the current study, may be related to the time of birth of the animals and the

pasture characteristics. It is observed that CONTROL animals had a great performance (BW at weaning = 249 kg; ADG = 0.922 kg/day). In previous studies at the same institution, calves supplemented with mineral salt during the suckling phase and weaned at 8 months, presented an ADG of approximately 0.700 kg/day (Rodrigues *et al.*, 2020; Sousa *et al.*, 2024), a difference of 0.222 kg/day. In the current study, the animals were born between August and September, whereas in previous studies, they were animals born between October and December. The time of birth of the calf is highly related to the weight at weaning, given the effects of the climate on the forage and the influence of parasitic and infectious agents (Queiroz *et al.*, 2019). Animals born in the dry season (August and September) have less exposure to humidity and consequently a lower risk of parasitic diseases compared to those born in the rainy season (October to December). In addition, they have access to better quality pasture for longer, and therefore present better performance during the pre-weaning phase and consequently, greater weight at weaning.

The supplements used during the growing and finishing phases were efficient in promoting differences in the growth curve of the animals and in the age at slaughter, which was expected, due to the difference in the nutritional intake received in each group. The use of supplements to promote different gains in the animals has shown consistent results (Moretti *et al.*, 2013; Roth *et al.*, 2017). During the growing phase, the animals showed an ADG of 0.369 kg/day and 0.921 kg/day, with the use of protein supplementation in the dry and mineral salt in the rainy season (LOW) or protein-energy supplementation of 1% BW (HIGH), respectively. And, during the finishing phase, the ADG was 0.907 kg/day and 1.15 kg/day, with the use of protein-energy supplementation of 0.3% BW (LOW) or protein-energy supplementation of 1.5% BW (HIGH), respectively. These values are within the expectation created for the use of these types of supplements (Roth *et al.*, 2017; Moretti, 2015; Cidrini, 2024). It was expected that HIGH bulls would maintain and/or increase the 11 kg difference resulting from creep-feeding. And LOW bulls, on the other hand, would lose this difference from creep-feeding over time (Moretti, 2015). However, in the present study, the opposite was observed.

Energy supplementation is essential for beef cattle grazing tropical pastures, which may not adequately meet the energy and protein requirements of growing cattle

(Moore *et al.*, 1991). According to BR-CORTE(2016), in the current study, HIGH bulls had a protein requirement of 0.904 kg/day during the growing phase and 1.15 kg/day during the finishing phase, while LOW bulls had a protein requirement of 0.617 kg/day during the growing phase and 1.028 kg/day during the finishing phase. The growing supplement met 93% (0.840 kg/day) and the finishing supplement met 109% (1.26 kg/day) of the protein requirements in HIGH supplementation, while in LOW supplementation the growing supplement met 20% (0.123 kg/day) and the finishing supplement met 35% (0.360 kg/day). It is known that it still has the pasture protein value. Thus, alone HIGH supplementation was able to supply the required protein levels and still had energy available for either gain or growth, while alone LOW supplementation had less energy available for either gain or growth, and therefore had lower performance.

Even though they were weaned 11 kg heavier, the creep-feeding was not able to influence the slaughter weight and carcass characteristics of HIGH bulls. The difference in weight remained until the end of the dry season, but at the beginning of intensive pasture finishing (IPF), the bulls had an average of 454 kg and were slaughtered with an average of 563 kg. Research analyzing the impact of creep-feeding on performance and carcass characteristics are variable (Harvey *et al.*, 2021). In a two-year study, Lancaster *et al.* (2007) observed creep-fed calves had higher carcass weights, dressing percentage and back fat thickness compared to non-supplemented calves in the first year, but not in the second. Other authors concluded that the additional gain from creep-feeding tends to be partially lost in the following phases (Andreo *et al.*, 2019).

Bulls fed supplement for low gain rate managed to increase the difference from creep-feeding of 11 kg to 32 kg at slaughter. However, there was no effect of pre-weaning supplementation on carcass characteristics, except for hot carcass weight (HCW), cold carcass weight (CCW) and marbling, where creep-fed animals tended to be greater HCW (304 kg vs. 283 kg) and CCW (304 kg vs. 282 kg) than no creep-fed animals, and lowest marbling (2.83 vs 3.09). Creep-fed animals probably remained heavier than the others due to the metabolic imprinting of the suckling phase. One of the hypotheses of studies with metabolic imprinting around 3 to 7 months of age is that the accelerated body growth rate in this period may accelerate puberty, based on the

premise that feeding systems that stimulate imprinting may improve nutrient metabolism and accelerate the deposition of fat (Moriel *et al.*, 2014). Thus, the tendency of creep-fed animals when under to HIGH system showed a lower ADG during the finishing phase may be related to differences in gain composition (Asher *et al.*, 2018), whereby fat deposition rates increase at the expense of muscle deposition rates in response to the increasing energy content of the diet. The finishing phase is marked by changes in the requirements and composition of gain, with the increase in BW the animal begins to deposit more fat proportionally in relation to the previous phases (Owens *et al.*, 1993), which directly affects the requirement for gain. This occurs because fat synthesis is more costly for the animal, once its deposition does not carry water with it, as occurs with protein synthesis. Thus, for the same amount of energy consumed, the equivalent deposition of adipose tissue is 4 times lower than that of muscle tissue (Lana, 1997). According to Byers (1982), during the finishing phase, there is a direct relationship between energy consumption and the amount of fat deposited.

When analyzing the effect of the post-weaning phase, it is noted that all variables analyzed were significantly different, except for hindquarter weight. HIGH bulls were slaughtered with a BW similar of LOW bulls, and 11 months earlier (19 months vs. 30 months). The greater weight gain in HIGH animals is due to the greater supplement intake. Usually, either growth or increase in body weight is determined by the diet capacity to supply animal nutritional requirements above maintenance, as the animal will first direct energy towards maintenance and only after maintenance is fulfilled, it will direct energy towards for either production or growth (BR-CORTE, 2016). The effect of the HIGH system observed in the current study may be related to the fact that these animals under to a high energy density diet, which may have provided greater substrate availability leading to an increase in propionate in the rumen and, therefore, glucose production, which is related to muscle and fat deposition (Ladeira *et al.*, 2016; Wicks *et al.*, 2019). The system intensification (HIGH) increased LMA at slaughter (97.7 cm² vs. 74.4 cm²), which resulted in higher HCW (315 kg vs. 293 kg), dressing (56.1% vs. 52.4%) and ADGc (0.563 vs. 0.249 kg/day). Dias *et al.* (2015) investigated the relationship between LMA and HCW in Nellore cattle, the results showed a significant positive correlation ($r = 0.75$), indicating that animals with higher

LMA tend to have heavier carcasses. Luchiari Filho (2000) observed that factors such as animal conformation, fat deposition and LMA directly influence carcass dressing, therefore, animals with higher LMA tend to have higher carcass dressing due to the greater amount of muscle tissue.

Our results showed that the post-weaning phase influenced the fat deposition of the animals, probably because of the greater energy input. According to McCrudy *et al.*, 2010 the higher supplement intake indicates a higher fat deposition. The hierarchy of adipose tissue appearance in cattle begins with the detection of adipocytes in visceral fat, followed by subcutaneous fat and, finally, intramuscular fat (Du *et al.*, 2013). Thus, animals with the highest degrees of subcutaneous fat deposition would consequently present greater amounts of renal-pelvic-inguinal fat in kg and expressed in relation to the hot carcass weight, once they only affectively begin to deposit covering fat when the visceral and internal deposits are fully filled. In the current study, it was noted that both renal-pelvic-inguinal fat (RPIF; 0.94% vs. 0.38% BW) and back fat thickness (BFT; 4.97 mm vs. 3.13 mm) were greater for HIGH bulls, while intramuscular fat (marbling) did not differ between treatments. According to Ramos *et al.* (2024), *Bos indicus* breeds have a lower genetic predisposition for fat deposition, and the genetic factor may have minimized the effects of nutrition on intramuscular fat. HIGH bulls also presented higher drip loss (2.46 vs. 0.836 kg). Drip losses are influenced by back fat thickness, cooling system efficiency, temperature, and relative humidity. In addition, heavier carcasses generally present higher drip losses due to their greater mass (Savell *et al.*, 2005), as seen in the current study.

Regarding the primary cuts, there was a higher proportion of the thin flank (10.4% CCW vs. 9.13% CCW) and a lower proportion of the forequarter (44.3% CCW vs. 45.3% CCW) in the HIGH vs. LOW bulls. This result agrees with the statement by Luchiari Filho (2000) that, depending on the animal development stage, there is greater or lesser development of some parts of the body, and that, generally, younger animals have greater development of the hindquarter and dorsal region. According to Arboitte *et al.*, (2004), there is a positive correlation between the thin flank and the back fat thickness. The increase in the percentage of the thin flank in heavier carcasses with a higher carcass finishing level may be due to the greater deposition of fat in this area. The other carcass characteristics such as carcass length (144 cm vs. 149 cm), rib

depth (44.7 cm vs. 48.8 cm) and hindquarter length (86.9 cm vs. 93.8 cm) were lower in HIGH animals. Carcass length is an important measurement that is related to the age of the animal, and may be influenced by genetic, nutritional and environmental factors. According to Shackelford *et al.* (1995), age influences bone maturation, affecting carcass length, i.e. younger animals have shorter bones and, therefore, shorter carcass length.

According to Owens *et al.* (1993), the ruminant growth curve occurs allometrically, the deposition of tissues or body components occurs at different rates. Occurring in specific chronological waves, the first tissue to develop in the animal is the neural tissue, followed by the growth of bone, muscle and adipose tissue. As seen in the current study, HIGH bulls stopped growth and deposited more muscle and fat than LOW bulls, due to the higher supplement intake and consequently total dry matter. The nutrient intake of LOW bulls was probably below the requirements for maximum growth, which affected animal growth and muscle and fat deposition (Wicks *et al.*, 2019). Moreover, LOW bulls diet were more dependent on pasture, which changes due to climatic seasonality, where during the dry season there is a shortage of rain and reduced sunlight and decreasing the amount and nutritional quality of the pasture and, consequently, animals lose BW and body fat as a consequence of mobilizing reserves for maintenance.

The nutritional plans evaluated during the pre- and post-weaning phases resulted in differences in animal growth. Creep-feeding was an effective tool in increasing the weaning weight of calves. The post-weaning phase had a significant effect on bulls carcass characteristics. Therefore, the nutritional strategy during the growing and finishing phases will influence the animals weight gain and age at slaughter, and consequently the carcass characteristics.

CONCLUSION

Our results suggest that the nutritional plans used influence the growth curve of animals. Creep-feeding increases body weight at weaning and does not alter the performance and milk production of dams. The feeding strategy adopted in the post-

weaning phases affects the animal weight gain and, consequently, the age at slaughter. Animals with the same body weight at slaughter, but younger, have a higher carcass finishing and higher dressing than those that are older.

REFERENCES

- ABIEC. Beef Report – Perfil da pecuária no Brasil (2024) Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes: São Paulo, SP.
- Andreo N., A.M. Bridi, L.M. Peres, E.R. Santos, A.G. Barro, J.R.S. Gonçalves, H.C. Bonfá and A.V. Pires. 2019. Carcass characteristics and meat quality of Nellore bulls submitted to different nutritional strategies during cow–calf and stocker phase. **Animal**. 13(7):1544–1551. doi:10.1017/S1751731118002859.
- Arboitte, M.Z., J. Restle, D.C. Alves Filho *et al.* 2004. Características da carcaça de novilhos 5/8 Nelore-3/8 Charolês abatidos em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 33(4):969-977.
- Asher, A., A. Shabtay, M. Cohen-Zinder, Y. Aharoni, J. Miron, R. Agmon, I. Halachmi, A. Orlov, A. Haim, L.O. Tedeschi and G.E. Carstens. 2018. Consistency of feed efficiency ranking and mechanisms associated with inter-Animal variation among growing calves. *Journal Animal Science*. 96(3):990-1009. doi: 10.1093/jas/skx045.
- BRASIL, 1997. Ministério da agricultura, Pecuária e Abastecimento, Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal [food of animal origin sanitary and industry inspection]. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília.
- BR-CORTE. 2016. Cálculo de exigências nutricionais, formulação de dietas e predição de desempenho de zebuínos puros e cruzados. 3ed. Viçosa: UFV/ DZO. 142p.
- Byers, F.M. 1982 Nutritional factors affecting growth of muscle and adipose tissue in ruminants. **Federation Proceedings**. 41:2562-2566.
- Carvalho, R.S., R.F. Cooke, B.I. Cappelozza, R.F.G. Peres, K.G. Pohler and J.L.M. Vasconcelos. 2022. Influence of body condition score and its change after parturition on pregnancy rates to fixed-timed artificial insemination in *Bos indicus* beef cows. **Animal Reproduction Science**. 243:107028. doi: 10.1016/j.anireprosci.2022.107028
- Carvalho, V.V., M.F. Paulino, E. Detmann, S.C. Valadares Filho, S.A. Lopes, L.N. Renno, C.B. Sampaio and A.G. Silva AG (2019) A meta-analysis of the effects of creep-feeding supplementation on performance and nutritional characteristics by beef calves grazing on tropical pastures. **Livestock Science**. 18:1871-1413. doi: 10.1016/j.livsci.2019.07.009.

- Cidrini, IA. 2024. **Efeito da oferta de forragem durante terço médio e final da gestação de vacas Nelore sobre o metabolismo, desempenho e qualidade da carne da progênie macho durante recria e terminação**. 117f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Unesp, Jaboticabal.
- Cooke R.F., G.C. Lamb, J.L.M. Vasconcelos and K.G. Pohler. 2021. Effects of body condition score at initiation of the breeding season on reproductive performance and overall productivity of *Bos taurus* and *B. indicus* beef cows. **Animal Reproduction Science**. 232:106820. doi: 10.1016/j.anireprosci.2021.106820.
- De Vries, M.F.W. 1995. Estimating forage intake and quality in grazing cattle: a reconsideration of the hand-plucking method. **Journal of Range Management**. 48:370-375. doi: 10.2307/4002491.
- Detmann, E., M.F. Paulino, S.C. Valadares Filho and P. Huhtanen. 2014. Nutritional aspects applied to grazing cattle in the tropics: A review based on Brazilian results. **Semina Ciências Agrárias**. 35:2829-2854. doi: 10.5433/1679-0359.2014v35n4Suplp2829.
- Du, M., Y. Huang, A.K. Das, Q. Yang, M.S. Duarte, M.V. Dodson, and M.J. Zhu. 2013. Meat science and muscle biology symposium: Manipulating Mesenchymal Progenitor Cell Differentiation to Optimize Performance and Carcass Value of Beef Cattle. **J. Anim. Sci.** 91:1419–1427. doi: 10.2527/jas.2012-5670.
- Harvey, K.M., R.F. Cooke and P. Moriel. 2021. Impacts of Nutritional Management During Early Postnatal Life on Long-Term Physiological and Productive Responses of Beef Cattle. **Front. Anim. Sci.** 2:730356. doi: 10.3389/fanim.2021.730356.
- Kress, D.D., D.E. Doornbos and D.C. Anderson. 1990. Performance of crosses among Hereford, Angus and Simmental cattle with different levels of Simmental breeding: V. Calf production, milk production and reproduction of three to eight year old dams. **Journal of Animal Science**. 68:1910–1921. doi: 10.2527/1990.6871910x.
- Ladeira, M.M., J. Schoonmaker, M.P. Gionbelli, J. Dias, T. Gionbelli, J. Carvalho and P. Teixeira. 2016. Nutrigenomics and Beef Quality: A Review about Lipogenesis. **International Journal of Molecular Sciences**. 17(6):918. doi: 10.3390/ijms17060918
- Lana, D.P. 1997. Fatores condicionantes e predisponentes de puberdade e da idade de abate. In: SIMPÓSIO SOBRE PECUÁRIA DE CORTE, FEALQ. Anais..., p. 41-78.
- Lancaster, P.A., J.B. Corners, L.N. Thompson, M.R. Ellersieck, C.D. Buckner and J.E. Williams. 2007. Effects of Distillers Dried Grains with Solubles as a Protein Source in Creep Feed. 2. Subsequent Feedlot Performance, Carcass Measurements, and Plasma Parameters. **The Professional Animal Scientist**. 23(2):91-103. doi: 10.15232/S1080-7446(15)30949-9.

- Lopes, S.A., M.F.L. Ferreira, L.F. Costa e Silva, L.F. Prados, I.I. Rodrigues, L.N. Rennó, G.R. Siqueira and S.C. Valadares Filho. 2022. Evaluation of nonlinear models to predict milk yield and composition of beef cows: A meta-analysis. **Animal Feed Science and Technology**. 294:115455. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2022.115455.
- Lopes, S.A., M.F. Paulino, E. Detmann, *et al.* 2016. Does supplementation of beef calves by creep-feeding systems influence milk production and body condition of the dams? **Tropical Animal Health Production**. 48:1241–1246. doi: 10.1007/s11250-016-1083-9.
- Luchiari Filho, A. Pecuária da Carne Bovina. São Paulo: R Vieira Gráfica e Editora, 2000, 134p.
- Moore, J.E., W.E. Kunkle and W.F. Brown. 1991. Forage quality and the need for protein and energy supplements. In: Proceedings of the 40th Annual Florida Beef Cattle Short Course. University of Florida, Gainesville, pp. 113–123.
- Moretti, M.H., F.D. Resende, G.R. Siqueira, A.P.T.P. Roth, L. Custódio, M.T.P Roth, W. C. Campos and L.H. Ferreira. 2013. Performance of Nellore Young bulls on Marandu grass pasture with protein supplementation. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 42: 438-446. doi: 10.1590/S1516-35982013000600008.
- Moretti MH. 2015. **Estratégias alimentares para a recria e terminação de tourinhos Nelore**. 116 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Unesp, Jaboticabal.
- Moriel, P., S.E. Johnson, J.M.B. Vendramini, V.R.G Mercadante, M.J. Hersom and J.D Arthington. 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. doi: 10.2527/jas.2013-7389.
- Moriel, P., J.M.B Vendramini, J.D. Arthington, A.D. Aguiar and G. Caputti. 2017. Effects of crude protein level and degradability of limited creep-feeding supplements on performance of beef cow-calf pairs grazing limpograss pastures. **Livestock Science**. 200:1–5. doi: 10.1016/j.livsci.2017.03.020.
- Mota, V.A.C., R.M. Fernandes, L.F. Prados, J.A. Alves Neto, G.F. Berti, F.D. Resende and G.R. Siqueira. 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.
- Müller, L. Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaça de novilhos. 2.ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1987. 31p.

- Owens, F.N., P. Dubeski and C.F. Hanson. 1993. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**. 71:3138-3150. doi: 10.2527/1993.71113138x.
- Paulino, M.F., E. Detmann, A.G. Silva, D.M. Almeida, E.E.L. Valente, I.F.S. Maciel, L.S. Martins, L.V. Barros, N.F. De Paula, S.A. Lopes and V.V. Carvalho. 2012. Bovinocultura de alto desempenho com sustentabilidade. In: Simpósio de produção de gado de corte (Departamento de Zootecnia-UFV, Viçosa, Brasil). 184-196.
- Queiroz, G.R., G.R. Goulart, F. Baldi, L.M. de Castro, R. B. Lôbo and G.C. Venturini. 2019. A relação entre mês de nascimento e peso à desmama em bovinos da raça Nelore. In: 29º Congresso Brasileiro de Zootecnia Uberaba. Anais eletrônicos... Campinas, Galoá.
- Ramos, P. M., T.L. Scheffler, M. Beline, J. Bodmer, D.E. Gerrard and S.L. Silva. 2024. Challenges and opportunities of using *Bos indicus* cattle to meet consumers' demand for quality beef. **Meat Science**. 109375. doi: 10.1016/j.meatsci.2023.109375.
- Rodrigues, L.M., J.P. Schoonmaker, F.D. Resende, G.R. Siqueira, O.R. Machado Neto, M.P. Gionbelli, T.R.S. Gionbelli and M.M. Ladeira. 2020. Effects of protein supplementation on Nelore cows' reproductive performance, growth, myogenesis, lipogenesis and intestine development of the progeny. **Journal of Animal Science**. 95:172-172. doi: 10.1071/AN20498.
- Roth, M.T.P., F.D. Resende, I.M. Oliveira, *et al.* 2017. Does supplementation during previous phase influence performance during the growing and finishing phase in Nelore cattle? **Livestock Science**. 204:122-128. doi: 10.1016/j.livsci.2017.08.019.
- Sampaio, R.L, F.D. Resende, R.A. Reis, *et al.* 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.
- Savell, J. W., S.L. Mueller and B.E. Baird. 2005. The chilling of carcasses. **Meat science**. 70(3):449-459. doi: 10.1016/j.meatsci.2004.06.027.
- Shackelford, S.D., L.V. Cundiff, K.E. Gregory and M. Koohmaraie. 1995. Predicting beef carcass cutability. **Journal of Animal Science**. 73:406–413. doi: 10.2527/1995.732406x.
- Sollenberger, L.E. and D.J.R. Cherney. 1995. **Evaluating forage production and quality**. In: Barnes RF, Miller DA, Nelson CJ. Forages: the science of grassland agriculture. Ames: University Press. 2:97-110.
- Sousa, L.M., W.L. de Souza, K.A. Oliveira, I.A. Cidrini, P. Moriel, H.C.R. Nogueira, I.M. Ferreira, G.D. Ramirez-Zamudio, I.M. Oliveira, L.F. Prados, F.D. Resende and G.R. Siqueira. 2024. Effect of Different Herbage Allowances from Mid to Late

Gestation on Nellore Cow Performance and Female Offspring Growth until Weaning. **Animals**. 14(1):163. doi: 10.3390/ani14010163.

Valente, E.E.L., M.F. Paulino, E. Detmann, S.C. Valadares Filho, L.V. Barros, C.H.A. Cabral, A.G. Silva and M.S. Duarte. 2012. Strategies of supplementation of female suckling calves and nutrition parameters of beef cows on tropical pasture. **Tropical Animal Health and Production**. 44(7):1803-1811. doi: 10.1007/s11250-012-0142-0.

Vendramini, J.M.B. and P. Moriel. 2018. Forage management and concentrate supplementation effects on performance of beef calves. **Animal Production Science**. 58:1399–1403. doi: 10.1071/AN17797.

Wicks J, et. al. 2019. Muscle Energy Metabolism, Growth and Meat Quality in Beef Cattle. **Agriculture**. 9(9):195. doi: 10.3390/agriculture9090195.

APÊNDICES

Apêndice A: Curva de crescimento de tourinhos Nelore submetidos a dois sistemas de produção durante as fases de recria e terminação.

Intensivo: ração 10 g/kg PC/dia na fase de recria + ração 15 g/kg PC/dia na fase de terminação; **Extensivo:** suplemento proteico 1 g/kg PC/dia + suplemento mineral *ad libitum* na fase de recria + suplemento proteico-energético 3 g/kg PC/dia na fase de terminação.



Apêndice B: Análise econômica de dois sistemas de produção durante as fases de recria e terminação de tourinhos Nelore.

Intensivo: ração 10 g/kg PC/dia na fase de recria + ração 15 g/kg PC/dia na fase de terminação;
Extensivo: suplemento proteico 1 g/kg PC/dia + suplemento mineral *ad libitum* na fase de recria + suplemento proteico-energético 3 g/kg PC/dia na fase de terminação.

Variáveis	Sistema de produção	
	Intensivo	Extensivo
Peso inicial, kg	255	255
Peso final, kg	563	560
Peso final, @	21.0	19.4
Tempo, dias	323	654
Ganho total, kg	308	305
GMD, kg/dia	0.954	0.466
Ganho total, @	12.5	10.9
GMDc, kg/dia	0.581	0.250
Dias para produzir 1@	25.8	59.9
Consumo de suplemento, kg/dia	4.46	0.452
Consumo de suplemento total, kg	1440	296
Consumo de suplemento, kg/@	115	27.1
% de milho no suplemento	76.5	16.4
Consumo de milho, kg	1102	33
Consumo de milho, kg/@	88.0	3.02
Lotação, animal/ha	5.00	3.84
Produção, @/ha/ano	70.7	23.4
Boi gordo, R\$/@	241.00	241.00
Operacional, R\$/dia	1.40	1.40
Suplemento ou ração, R\$/kg	1.44	2.81
Custo alimentar, R\$/@	165.45	76.11
Custo de produção, R\$/@	201.58	160.00
Lucro operacional, R\$/@	39.42	81.00
Lucro operacional, R\$/ha/ano	2788.60	1894.37

Referências:

Insumo	R\$/ kg
Núcleo BellPeso Extra	3.33
Núcleo Lambisk S	3.33
BellPeso SV	2.19
BellNutri 80 FOS	3.45
Milho	1.12

Apêndice C: Efeito de diferentes estratégias nutricionais sobre o rendimento de desossa do traseiro da carcaça direita de tourinhos Nelore

Controle (suplemento mineral *ad libitum*); **Creep-feeding** (5 g/kg PC/dia); **Baixo** (1 g/kg PC/dia + suplemento mineral *ad libitum* na fase de recria + 3 g/kg PC/dia na fase de terminação); **Alto** (10 g/kg PC/dia na fase de recria + 15 g/kg PC/dia na fase de terminação).

Item	Controle		Creep-feeding		EPM	P-valor		
	Baixo	Alto	Baixo	Alto		PRE	POS	PRE ^x POS
Tempo em alimentação, dias	839	506	839	506				
% do traseiro								
Contra-filé	6.81	7.86	6.97	8.15	0.24	0.36	<0.01	0.79
Filé de costela	3.74	4.31	4.03	4.31	0.14	0.30	<0.01	0.31
Filé-mignon	3.44	3.98	3.58	3.86	0.15	0.92	<0.01	0.16
Alcatra + Maminha	7.90	8.35	8.20	8.51	0.19	0.09	<0.01	0.58
Picanha	1.97	2.42	2.02	2.26	0.08	0.49	<0.01	0.17
Capa do contra-filé	0.85 ^c	1.09 ^b	0.77 ^c	1.39 ^a	0.08	0.21	<0.01	0.03
Patinho	8.29	8.74	8.68	8.72	0.26	0.42	0.29	0.37
Coxão duro	8.18 ^b	9.07 ^a	8.88 ^a	8.88 ^a	0.24	0.15	0.01	0.01
Coxão mole	14.0 ^b	15.2 ^a	14.8 ^a	14.8 ^a	0.37	0.47	0.05	0.04
Lagarto	3.83	4.39	4.00	4.42	0.16	0.45	<0.01	0.61
Músculo externo	3.29	3.52	3.17	3.62	0.26	0.97	0.16	0.65
Músculo interno	3.22	3.40	3.44	3.41	0.09	0.23	0.44	0.27
Fraldinha	3.27	4.06	3.36	4.25	0.17	0.44	<0.01	0.76
Aranha, %	0.33	0.25	0.29	0.24	0.02	0.25	<0.01	0.46
Aparas, %	5.57	5.39	5.93	5.34	0.21	0.44	0.07	0.32
Ossos, %	16.9 ^b	18.3 ^a	18.1 ^a	17.5 ^{ab}	0.39	0.59	0.27	0.01
Rendimento Industrial, %	75.5 ^{yz}	76.4 ^{xy}	74.6 ^z	77.1 ^x	0.45	0.85	<0.01	0.08
Cortes nobres, %	12.0	12.1	11.8	12.2	0.16	0.57	0.08	0.35

^{a,b,c} Para cada variável, na mesma linha, médias com letras sobrescritas diferentes são significativamente diferentes.

^{x,y,z} Para cada variável, na mesma linha, médias com letras sobrescritas diferentes tendem a ser significativamente diferentes.