

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE EM
PASTAGEM, CONFINAMENTO CONVENCIONAL E
CONFINAMENTO FULL-TIME SOBRE DESEMPENHO
ANIMAL E CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA

Autor: Jean Fagner Pauly
Orientador: Prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - Área de Concentração Produção Animal.

Maringá - PR
agosto - 2025

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE EM
PASTAGEM, CONFINAMENTO CONVENCIONAL E
CONFINAMENTO FULL-TIME SOBRE DESEMPENHO
ANIMAL E CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA

Autor: Jean Fagner Pauly
Orientador: Prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - Área de Concentração Produção Animal.

Maringá - PR
agosto - 2025

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

P333s Pauly, Jean Fagner
Sistemas de produção de bovinos de corte em pastagem, confinamento convencional e confinamento full-time sobre desempenho animal e características de carcaça / Jean Fagner Pauly. -- Maringá, PR, 2025.
50 f. : tabs.

Orientador: Prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2025.

1. Bovino de corte - Sistema de produção. 2. Bovino de corte - Confinamento. 3. Carne bovina - Qualidade. 4. Bovino de corte - Carcaça - Avaliação. I. Prado, Ivanor Nunes do, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. III. Título.

CDD 23.ed. 636.213

Rosana de Souza Costa de Oliveira - 9/1366



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

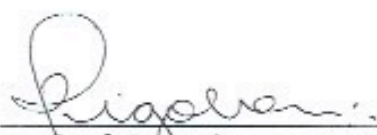
SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE EM
PASTAGEM, CONFINAMENTO CONVENCIONAL E
CONFINAMENTO FULL-TIME SOBRE DESEMPENHO
ANIMAL E CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA

Autor: Jean Fagner Pauly

Orientador: Prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração Produção
Animal

APROVADO em 14 de agosto de 2025.



Prof. Dr. Luiz Paulo Rigolon

Prof. Dr. Ulysses Cecato

Prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado
Orientador

Ao

meu pai e à minha mãe que
foram o início de tudo

Às

minhas irmãs Kathia, Aline,
e família pelo estímulo

À

minha esposa Daiane, pela compreensão
demonstrada durante minhas ausências,
companheirismo e pelo incentivo.

À

Minha filha, Maria Luiza
indubitavelmente a razão mais forte
da minha própria existência

AGRADECIMENTOS

A decisão de voltar à carteira escolar depois de muito tempo afastado agora com outra mentalidade mais focado na pós-graduação e na pesquisa científica, foi totalmente inusitada, mas se mostrou muito proveitosa.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPZ) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), pelo total suporte.

Agradeço a minha companheira Daiane Pauly, filha Maria Luiza Pauly, minhas irmãs, pais e familiares que mostrou que era possível experimentar o universo da ciência, mesmo sem tanta experiência prévia, com dedicação, estudo e força de vontade.

Sou grato também à minha família Profissional Prime Agro, principalmente das pessoas de Luiz Eduardo Montans Braga, Wandislau Bruno, que me apoiaram e permitindo que tudo fosse possível.

Agradeço ao Prof. e Orientador Dr. Ivanor Nunes do Prado, pelo trabalho de colaboração que pudemos fazer ao longo do mestrado.

Agradeço à Mario Fabiano Sahara que, é uma grande mente a qual sempre questiona argumentos e estimula o conhecimento.

Por fim agradeço meu grande amigo e irmão de coração e mentor que tornou toda essa jornada possível pois acreditou em nossa capacidade de desenvolver tamanho projeto.

|

BIOGRAFIA DO AUTOR

JEAN FAGNER PAULY nasceu em 22/06/1988 na cidade de TOLEDO - PR. Possui graduação em Agronomia pela Pontifícia Universidade Católica do PR – Campus Toledo – Pr. Tem experiência na área de Produção de grandes culturas soja, milho etc. trabalhando por mais de 4 anos com integração lavoura e pecuária. No ramo da pesquisa, atuou na área de qualidade de carne, principalmente no tema de avaliação instrumental e sensorial da carne de diferentes sistemas de terminação de bovinos de corte: pastagem, confinamento convencional e confinamento contínuo. Mestrando egresso em 2024, que busca estender as relações solo, plantas, animais e qualidade de vida.

|

ÍNDICE

	Página
LISTA DE QUADROS	x
QUADROS DO APÊNDICE	xi
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
I - INTRODUÇÃO	14
1.1. Metodologia	15
1.2. Revisão de Literatura	15
1.2.1. Ganho médio diário (GMD).....	16
1.2.2. Eficiência na utilização de energia.....	16
1.2.3. Peso de abate.....	16
1.2.4. Idade de abate	17
1.2.5. Rendimento de carcaça	17
1.2.6. Custo de produção.....	17
1.2.7. Genética dos animais	20
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	21
II - HIPÓTESE E OBJETIVOS GERAIS.....	26
III - ANIMAL PERFORMANCE AND CARCASS CHARACTERISTICS OF CROSSBRED BULLS FINISHED IN DIFFERENT PRODUCTION SYSTEMS IN THE TROPICS	27
Abstract	27

Introdução	28
Material e Métodos	29
Resultados e Discussão	37
Conclusões	40
Referências	42
V - CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
VI - APÊNDICE	48

LISTA DE TABELAS

	Páginas
TABELA 1. Chemical composition of experimental diets.	32
TABELA 2. Effect of production system on productive parameters of crossbred bulls.....	35
TABELA 3. Effect of production system on carcass parameter of crossbred bulls.....	36
TABELA 2. Effect of production system on animal performance, carcass characteristics, pH, marbling and tissue composition of crossbred bulls.....	38

TABELAS DO APÊNDICE

	Página
Imagem 1. Artigo Publicado	49

RESUMO

O sistema de produção de bovino de corte tem apresentado uma evolução significativa na quantidade e qualidade da carne, transformando o Brasil no segundo maior produtor e primeiro exportador mundial. Além da produção, o Brasil está experimentando avanço significativo na qualidade da carne com objetivo de atingir mercados mais exigentes, tanto interno como externo. Esta revisão tem como objetivo uma atualização de novos conhecimentos sobre os sistemas de produção e avaliação da carcaça bovina depois do início do novo milênio. Os novos conhecimentos discutidos são sobre a evolução dos sistemas de produção, passando de um sistema a pasto, migrando para um sistema aqui chamado de convencional, terminando com um sistema mais intensivo que é a terminação de bovinos não castrados em confinamento com rações de alta densidade energética e proteica. Além dos conceitos sobre os sistemas de cria, recria e engorda, também serão apresentadas evoluções observadas no abate e rendimento de carcaça.

Palavras-chave: Carne, confinamento, custo de produção, pastagem, sistema de produção.

ABSTRACT.

The beef cattle production system has shown significant evolution in the quantity and quality of meat, transforming Brazil into the second largest producer and first exporter in the world. In addition to production, Brazil is experiencing significant advances in meat quality with the aim of reaching more demanding markets, both internally and externally. This review aims to update new knowledge about beef carcass production and evaluation systems after the beginning of the new millennium. The new knowledge discussed is about the evolution of production systems, going from a pasture system, migrating to a system here called conventional, ending with a more intensive system that is the finishing of uncastrated cattle in in feedlot with high-density rations of energy and protein. In addition to the concepts on breeding, rearing and fattening systems, the evolutions observed in slaughter and carcass dressing will also be presented.

Keywords: Meat, feedlot, production costs, pasture, production system

I. INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se no cenário mundial como o segundo maior produtor de carne bovina, sendo inferior somente aos Estados Unidos e primeiro exportador (ANUALPEC, 2024). No entanto, sua produção em relação ao rebanho (produtividade) é baixa (ANUALPEC, 2024). O desmame do animal ocorre entre sete e oito meses, após o nascimento. Depois o animal entra na fase de recria até 24 meses e início da terminação. No sistema tradicional, os animais são abatidos com 36 meses ou mais (Ferraz & Felício, 2010). Embora esse sistema seja predominante, por ser mais barato e de baixa tecnologia, produz carne de qualidade inferior (mais escura, mais vermelha, mais dura, entre outros atributos) e longo período para abate, acima de 30 meses (Ferraz & Felício, 2010).

Por outro lado, a disponibilidade de novas tecnologias na bovinocultura de corte, deve ser utilizada para aumentar os índices de produção, podendo, por exemplo, reduzir para noventa dias o desmame precoce, sem que haja nenhum risco ou prejuízo para a cria, existindo estratégias de manejo para contornar os possíveis atrasos no desenvolvimento dos bovinos (Valadares Filho *et al.*, 2016).

A terminação dos bovinos de corte pode ser realizada em curto período. O confinamento surgiu como meio para viabilizar a compra e venda dos animais nos períodos de safra e entressafra, respectivamente. Na fase de recria, os animais são alimentados em uma dieta total estimada, a fim de acelerar o ciclo. Quando chegam na fase de terminação, os animais recebem volume maior de concentrados para que acelere o tempo de acabamento. Nesse período, o desejável é que o animal realize deposição muscular acelerada, simultaneamente à maior deposição de tecido adiposo na carcaça (Delevatti *et al.*, 2019). Os custos de terminação de bovinos em confinamento são elevados. No entanto, possibilita grande redução na idade de abate e a produção de carne de melhor qualidade (Maciel *et al.*, 2021).

Por outro lado, a avaliação de tempo de terminação dos bovinos, qualidade de pastagens e gestão moderna do sistema vão impactar diretamente na qualidade da carne e, por consequência, nos custos de produção de bovinos terminados em diferentes sistemas: a pasto, confinamento convencional e dieta de alto grão estão inseridas nas pesquisas realizadas depois do início do milênio (Lima *et al.*, 2021; Matos *et al.*, 2024; Ornaghi *et al.*, 2020).

1.1 Metodologia

Esta revisão sistemática foi baseada em livros, artigos científicos e ensaios experimentais, publicados em bases eletrônicas de dados (Scielo, Google Scholar, Scopus, Science Direct e Web of Sciences). Foram selecionados e avaliados trabalhos publicados no Brasil e no mundo, sobre estratégias de manejo e nutricional, no período de cria, recria e engorda de bovinos de corte com enfoque na intensificação do sistema. Com finalidade do assunto de explorar o desenvolvimento ao longo dos anos foram buscados trabalhos científicos até o ano de 2024 com palavras chave de “Beef cattle”, “Recria intensiva” “Feedlot” e “Calf fed”.

1.2 Revisão de literatura

O Brasil é o segundo maior produtor e o quarto maior consumidor de carne bovina do mundo, no qual coloca o setor da pecuária como uma das atividades mais importante do agronegócio do país. No ano de 2020 o PIB (Produto Interno Bruto) do setor registrou crescimento de 20,8%, somando 747,05 bilhões de reais. Isso representa a força do setor pecuário na economia brasileira, com um rebanho de aproximadamente 215 milhões de cabeças (ANUALPEC, 2024). No Brasil, esse setor ganhou evidência no sistema do agronegócio e ocupou grande área do território nacional, que levou a um índice importante na criação de emprego e renda para a população brasileira. Além de gerar a receita de 42 bilhões de reais para os frigoríficos e agregar o valor de 16,5 bilhões em impostos. O cenário atual do mercado da carne bovina no Brasil é bastante diferente do que se via há décadas. Há cerca de 40 anos, havia menos da metade do rebanho atual, que praticamente não atendia nem mesmo à demanda mercado interno. Além do aumento no rebanho, observou-se nessas quatro décadas aumento da produtividade. Tais evoluções levaram ao aumento do ganho de peso dos animais, diminuição na mortalidade e aumento na natalidade, bem como redução na idade ao abate. Isso foi possível pela implantação de tecnologias nos eixos da alimentação, genética, manejo e saúde animal. No objetivo de melhorar a alimentação e manejo tem-se a intensificado os sistemas de produção, como a terminação de bovinos em confinamentos. Esta técnica tem um histórico crescente, demonstrando que no Brasil a cada ano expande essa tecnologia.

1.2.1 Ganho médio diário (GMD)

O ganho médio diário (GMD) é inferior em bovinos terminados a pasto (média de 0,40-0,60 kg/dia) (Carvalho *et al.*, 2021; Lima *et al.*, 2021; Maciel *et al.*, 2021), quando

comparado com bovinos terminados em confinamento (1,50 a 2,0 kg/dia) (Ferracini *et al.*, 2024; Fugita *et al.*, 2018; Rivaroli *et al.*, 2017; Souza *et al.*, 2020). Isso decorre da densidade de energia e proteína das dietas fornecidas para os animais recriados a pasto e terminados em confinamento ou animais que foram confinados desde o desmame (Lima *et al.*, 2021; Maciel *et al.*, 2021; NRC, 2016; Valadares Filho *et al.*, 2016).

1.2.2 Eficiência na utilização de energia

A eficiência do ganho em peso, medida pela eficiência alimentar ou conversão alimentar, é sempre melhor para os animais terminados em confinamento quando comparados aos animais terminados a pasto. De modo geral, as pastagens brasileiras são deficientes em energia e proteína que determinam a pior eficiência de transformação (Ferraz & Felício, 2010). Por outro lado, as dietas fornecidas para animais terminados em confinamentos, são ajustadas para atingir o potencial máximo permitida pelo potencial genético dos animais (Lima *et al.*, 2021; Maciel *et al.*, 2021; NRC, 2016; Valadares Filho *et al.*, 2016). Vários trabalhos da literatura mostram que animais terminados em confinamento mostram uma conversão alimentar entre 6,0 a 8,0 kg de matéria seca consumida para o ganho de 1 kg de peso vivo (Carvalho *et al.*, 2021; Ferracini *et al.*, 2024; Fugita *et al.*, 2018; Ornaghi *et al.*, 2017; Rivaroli *et al.*, 2017). Por outro lado, a eficiência alimentar de animais terminados em pastagens sem ou com suplementação está entre 12 a 20 kg de matéria seca para 1 kg de ganho de peso vivo ao dia (Carvalho *et al.*, 2024; Mottin *et al.*, 2020).

1.2.3 Peso de abate

Ao final do período de terminação em sistema de pasto ou em sistema de confinamento (baixo ou alto grão), os animais terminados em confinamento apresentam peso superior de abate e, por consequência, de carcaça (Maciel *et al.*, 2021). Lima *et al.* (2021) observaram que novilhos Angus terminados a pasto apresentam peso de abate de 397,0 kg, enquanto os novilhos terminados em confinamento convencional de 486,0 kg e os alimentados com ração de alto grão de 461,4 kg. Essa diferença de peso final é explicada pelo peso de entrada em confinamento: 360,0 kg para confinamento convencional e 330,0 kg para os novilhos alimentados com ração de alto grão. Desta forma, os animais terminados em confinamento sem ou com dietas de alto grão apresentam maiores pesos de abate e carcaças (Carvalho *et al.*, 2021; Ferracini *et al.*, 2024; Ornaghi *et al.*, 2017).

1.2.4 Idade de abate

Animais terminados em confinamento com baixo ou alto grãos são abatidos em menor tempo (dias) que os animais terminados em pastagem (Maciel *et al.*, 2021; Rotta *et al.*, 2009). Lima *et al.* (2021) observaram que o tempo de abate novilhos Angus terminados em confinamento foi 60 dias mais tarde, em comparação aos novilhos terminados em confinamento com baixo ou alto grão. Da mesma forma, Maciel *et al.* (2021) observaram maior idade de abate para novilhos Red Angus ou mestiços entre Red Angus e Akaushi terminados em consorciação de pastagens temperadas ou alimentados com dietas de alto grãos.

1.2.5 Rendimento de carcaça

Novilhos Angus terminados em confinamento com dieta de alto grão tiveram melhor rendimento de carcaça do que os novilhos terminados a pasto (Lima *et al.*, 2021). De forma semelhante, Duckett *et al.* (2013) observaram maior rendimento de carcaça quando compararam novilhos Angus, terminados com silagem e concentrado (62,3%) e novilhos terminados em pastagem (54,3%). Além disso, foi observado rendimento de carcaça superior para a animais da raça Nelore quando terminados em confinamento (58,91%) do que em pastagens (56,36%) (Macedo *et al.*, 2001). O melhor rendimento de carcaça em dietas com menos volumoso pode ser explicado pelo menor tamanho do gastrointestinal pela não utilização de fibra na dieta. Carvalho *et al.* (2016) ao compararem confinamento convencional com dietas de alto grão, não encontraram diferenças no rendimento de carcaça.

1.2.6 Custo de produção

O custo de produção da carne de bovinos oriundos dos diversos sistemas sempre foi será, da mesma forma, um assunto de debate entre os especialistas, uma vez que este custo é dependente de variáveis, na maioria das vezes, excludentes. De modo geral, é aceito de que o custo de produção de carne bovina a pasto é mais barato (Ferraz & Felício, 2010). Do ponto de vista geral, todos os especialistas do setor concordam nesse ponto. Neste contexto, não haveria necessidade de mudanças neste sistema de cria, recria e terminação dos bovinos de corte. No entanto, não é apenas o sistema mais barato que está em debate. Outro fator importante para o setor é a qualidade da carne produzida (Henchion *et al.*, 2017; Hocquette & Chatellier, 2011). Além, da qualidade da carne, novos questionamentos são mencionados e debatidos por especialistas como, por exemplo, bem-

estar animal, poluição dos lençóis freáticos, poluição do ar (produção de gás metano), destruição de florestas, ocupação de espaços, entre outros (Jones *et al.*, 2011; Ludtke *et al.*, 2012; Maggioni *et al.*, 2010; Ornaghi *et al.*, 2020; Wesley *et al.*, 2012). Deste modo, os especialistas criaram sistemáticas de produção de bovinos baseadas em sistemas mais tecnificados como material genéticos (novas raças e cruzamentos), melhoria das pastagens (pastagens cultivadas em substituição de pastagens naturais), uso de aditivos e ionóforos mais eficazes, mudanças sistemáticas dos princípios ativos dos medicamentos, confinamento e gestão mais profissional, para ficar nos pontos mais cruciais (Aurélio Neto, 2018; Mota & Marçal, 2019).

A terminação de bovinos de corte em sistemas para reduzir o tempo de cria, recria e engorda aumenta o custo de produção (Araújo Filho, 2019). Como prática de cria, alguns pecuaristas utilizam o “creep feeding” (Porto *et al.*, 2008). Neste sistema, os bezerros podem ser desmamados mais cedo e com maior peso vivo. No entanto, este sistema pode ser empregado com uma boa gestão. Os especialistas recomendam o uso desta técnica para bezerros de boa qualidade genética (animais puros ou oriundos de cruzamentos industriais), visto que estes animais têm maior potencial de ganho em peso. Por outro lado, os bezerros saídos deste sistema não poderiam sofrer descontinuidade no crescimento, uma vez que poderiam perder o peso que obtiveram no “creep-feeding” (Porto *et al.*, 2008).

Após a fase de cria, os animais enfrentam uma fase bastante delicada que é o ganho pós-desmame, período da puberdade. Nesta fase de vida, os animais vão depositar, em prioridade, o tecido ósseo (Cunningham, 2011). Desta forma, os animais precisam apresentar ganhos próximo de 500 gramas/dia para não comprometer o ganho na fase adulta, porque é no esqueleto ósseo que o animal vai depositar tecido muscular e adiposo.

No Brasil, o emprego da estação de monta em bovino de corte, ocorre de outubro a janeiro (A. S. Carvalho & Zappa, 2009). Desta forma, a época de nascimento concentra-se nos meses de junho e julho (Viu *et al.*, 2006). Por consequência, o desmame destes bezerros ocorrem sete a oito meses mais tarde sendo nos meses de fevereiro e março do ano subsequente (Viu *et al.*, 2006). Neste período ocorre a transição entre o verão e o inverno, momento em que a pastagem está florescendo e lignificando, reduzindo o valor nutritivo (Andrade *et al.*, 2010). Em razão deste ciclo produtivo, os pecuaristas necessitam melhorar a qualidade das pastagens como, por exemplo, diferimento (Costa *et al.*, 2015) ou suplementando com dietas proteinadas (Moreira *et al.*, 2003, 2004). No

entanto, estas técnicas apresentam resultados satisfatórios, mas oneram o sistema de produção (Prado, 2010). Todavia, esta suplementação não tem o mesmo efeito para animais em terminação, em relação aos animais em crescimento (Moreira *et al.*, 2003, 2004).

O custo de terminação em animais em confinamento convencional alimentados com ração de volumoso e concentrado de 60% e 40% é mais barato, mas com tempo maior para terminação. Este é o modelo de terminação atual (Ornaghi *et al.*, 2017). O peso de abate situa-se entre 450 a 490 kg de peso vivo (Fugita *et al.*, 2018; Mottin *et al.*, 2022). Na média, o GMD está próximo 1,50 kg/dia (Carvalho *et al.*, 2021; Fugita *et al.*, 2018). Este sistema apresenta algumas vantagens em relação ao sistema de alto grão, sendo mais barato e menor propensão dos animais entrarem em acidose subaguda (Prado *et al.*, 2022), por apresentar maior teor de fibra em detergente neutro pela utilização, quase sempre, a base de silagem de milho (Neumann *et al.*, 2017), silagem de sorgo (Pescumo & Igarasi, 2013), cana-de-açúcar (Pinto *et al.*, 2010) ou coprodutos como, por exemplo, da mandioca (Abrahão *et al.*, 2006), da casca de caroço de algodão (Kazama *et al.*, 2008), da casca de soja (Favaro *et al.*, 2021), de abacaxi (Prado *et al.*, 2003), de maracujá (Cruz *et al.*, 2010), entre outros. Esses coprodutos são utilizados com o objetivo de reduzir os custos de produção.

Nos últimos anos surgiram novas recomendações nutricionais para a terminação de bovino de corte em confinamento com o objetivo de elevar o ganho em peso, entre elas, as dietas de alta densidade energética ou alto grão (Rivaroli *et al.*, 2020). Os ganhos em peso dos bovinos com essas dietas situam-se acima 1,50 kg/animal/dia (Carvalho *et al.*, 2021; Ornaghi *et al.*, 2020) e, alguns estudos, podem alcançar até 2,0 kg/animal/dia (Dian *et al.*, 2009; Ferracini *et al.*, 2024).

As dietas de alto grão, de modo geral, são baseadas em grandes quantidades de milho moído, quebrado ou inteiros (Matos *et al.*, 2023; Rivaroli *et al.*, 2020). Os grãos de cereais são ricos em carboidratos simples, portanto de fácil degradabilidade no rúmen (Prado *et al.*, 2000). A rápida e grande quantidade de carboidratos no rúmen desencadeia, quase sempre, uma acidose subaguda (SARA) (Prado *et al.*, 2022; Ramos *et al.*, 2022). Este quadro de acidose provoca outras consequências graves nos ruminantes como, por exemplo, laminite (Nocek, 1997). O controle desses distúrbios ruminais são controlados por tamponantes sintéticos (Lemos *et al.*, 2016).

1.2.7 Genética dos animais

A maior parte de produção da carne bovina no Brasil é oriunda de animais zebuínos ou azebuados (Ferraz & Felício, 2010), cujo potencial de animal performance é menor do que os animais europeus ou cruzados entre europeus e zebuínos (Maggioni *et al.*, 2012; Rotta *et al.*, 2009). No entanto, em razão do melhoramento genético, observa-se ganho médio diário de 1,80 kg/dia e animais raça Nelore (Ferracini *et al.*, 2024). Todavia, para alcançar ganhos médios diários próximo ou acima de 1,80 kg/dia, é necessário o uso de animais meio sangue, entre zebuínos e taurinos, neste caso, animais da raça Angus (Dian *et al.*, 2009; Rotta *et al.*, 2009). Animais da raça têm sido usados com maior frequência em razão da precocidade e habilidade em depositar gordura mais cedo (Rivaroli *et al.*, 2017). Deste modo, torna-se necessário enfatizar que para uma produção intensiva de alto ganho, além de atender as necessidades dos animais é necessário, também, utilizar animais de alto potencial de ganho em peso.

Além do desempenho animal, existem outras variáveis no sistema de produção da carne bovina como, por exemplo, a qualidade da carcaça e da carne. O rendimento de carcaça de bovinos zebuínos terminados em sistema de pasto está próximo de 52% (Rotta *et al.*, 2009). Este baixo rendimento é decorrente da raça animal (Zebu) e sistema de terminação (pasto). Em idades fisiológicas semelhantes, animais da raça zebuína apresentam menor rendimento de carcaça em comparação com os europeus e mestiços meio sangue (Pastor *et al.*, 2017; Rotta *et al.*, 2009), em razão do grau de acabamento. Da mesma forma, animais terminados em pastagens, sobretudo tropicais e subtropicais, apresentam menor rendimento de carcaça em razão do maior enchimento do trato gastrintestinais.

Por outro lado, animais das raças zebuínas, com peso de abate semelhante, têm carcaça com menor grau de acabamento (menor espessura de gordura de cobertura) (Rotta *et al.*, 2009). O animal zebuíno é considerado tardio em comparação aos europeus e suas cruzas, desse modo, demorando mais tempo para depositar maior quantidade de gordura de cobertura. A gordura de cobertura é uma característica importante porque protege a carne do frio no momento do resfriamento.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrahão, J. J. S., Prado, I. N., Marques, J. A., Perotto, D., & Lugão, S. M. B. (2006). Avaliação da substituição do milho pelo resíduo seco da extração da fécula de mandioca sobre o desempenho de novilhas mestiças em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35, 512–518. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000200025>.
- Andrade, A. P., Costa, R. G., Santos, E. M., & Silva, D. S. (2010). Produção animal no semiárido: o desafio de disponibilizar forragem, em quantidade e com qualidade, na estação seca. *Tecnologia e Ciência Agropecuária*, 4(4), 1–4.
- ANUALPEC. (2024). *Anuário da Pecuária Brasileira* (20th ed., Vol. 1). Instituto FNP.
- Araújo Filho, H. J. (2019). Avaliação econômica da terminação de bovinos de corte a pasto, semiconfinados ou em confinamento com dieta de alto grão. *Custos e Agronegócio*, 15, 374–401.
- Aurélio Neto, O. (2018). O Brasil no mercado mundial de carne bovina: análise da competitividade da produção e da logística de exportação brasileira. *Ateliê Geográfico*, 12(2), 183–204. <https://doi.org/10.5216/ag.v12i2.47471>.
- Carvalho, A. S., & Zappa, V. (2009). Estação de monta bovina. *Revista Científica Electronica de Medicina Veterinaria*, 12.
- Carvalho, J. R. R., Chizzotti, M. L., Schoonmaker, J. P., Teixeira, P. D., Lopes, R. C., Oliveira, C. V. R., & Ladeira, M. M. (2016). Performance, carcass characteristics, and ruminal pH of Nellore and Angus young bulls fed a whole shelled corn diet. *Journal of Animal Science*, 94(6), 2451–2459.
- Carvalho, V. M., Ávila, V. A. D., Bonin, E., Matos, A. M., Prado, R. M., Castilho, R. A., Silva, R. R., Abreu Filho, B. A., & Prado, I. N. (2020). Effect of extracts from baccharis, tamarind, cashew nut shell liquid and clove on animal performance, feed efficiency, digestibility, rumen fermentation and feeding behavior of bulls finished in feedlot. *Livestock Science*, 104361. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104361>.
- Carvalho, V. M., Ávila, V. A. D., Bonin, E., Matos, A. M., Prado, R. M., Castilho, R. C., Silva, R. R., Abreu Filho, B. A., & Prado, I. N. (2021). Effect of extract from baccharis, tamarind, cashew nut shell liquid and clove on animal performance, feed efficiency, digestibility, rumen fermentation and feeding behavior of bulls finished in feedlot. *Livestock Science*, 244(104361). <https://doi.org/10.1016/j.livsci.20.104361>.
- Carvalho, V. M., Silva, R. R., Lins, T. O. J. A., Barroso, D. S., Rocha, T. R., Silva, J. W. D., Santos, M. C., Almeida, K. V., & Prado, I. N. (2024). Supplementation strategies for crossbred steers on *Brachia brizantha* pasture the dry season: Effects on performance, intake, digestibility and ingestive behavior. *Acta Sciarum. Animal Sciences*, 46, e69224. <https://doi.org/10.4025/actasciaanimsci>.
- Costa, N., Magalhães, J., Paulino, V., Townsend, C., Rodrigues, A., & Silva, G. (2015). Efeito do diferimento sobre a produção de forragem e composição química do gramalote (*Axonopus scoparius* Fluggüe) Kuhl. *PUBVET*, 9(11), 478–482. <https://doi.org/10.22256/pubvet.v9n11.478-482>
- Cruz, B. C. C., Santos-Cruz, C. L., Pires, A. J. V., Rocha, J. B., Santos, S., & Bastos, M. P. V. (2010). Composição bromatológica da silagem de capim-elefante com diferentes

- proporções de casca desidratada de maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa*). *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 5(3), 434–440.
- Cunningham, J. (2011). *Tratado de fisiologia veterinária*. Guanabara Koogan.
- Delevatti, L. M., Romanzini, E. P., Koscheck, J. F. W., da Ross de Araujo, T. L., Renesto, D. M., Ferrari, A. C., Barbero, R. P., Mulliniks, J. T., & Reis, R. A. (2019). Forage management intensification and supplementation strategy: Intake and metabolic parameters on beef cattle production. *Animal Feed Science and Technology*, 247. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.11.004>
- Dian, P. H. M., Prado, I. N., Fugita, C. A., Prado, R. M., Valero, M. V., & Bertipaglia, L. M. A. (2009). Replacing corn with cassava starch by-products on the performance, digestibility and carcass characteristics of bulls in confinement. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 31(4), 381–387. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v31i4.6093>.
- Duckett, S. K., Neel, J. P. S., Lewis, R. M., Fontenot, J. P., & Clapham, W. M. (2013). Effects of forage species or concentrate finishing on animal performance, carcass and meat quality. *Journal of Animal Science*, 91(3), 1454–1467. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5914>
- Favaro, V. R., Pinto, M. G. L., Cucco, D. C., Werner, S. S., & Rossetto, L. (2021). Desempenho, características da carcaça e da carne de bovinos ½ sangue da raça Flamengo, terminados em pastagem de azevém anual e suplementados com casca de soja. *Agropecuária Catarinense*, 34(1). <https://doi.org/10.52945/rac.v34i1.1068>.
- Ferracini, J. G., Lelis, A. L. J., Polli, D., Gasparim, M. B., Feba, L. T., Prado, I. N., & Millen, D. D. (2024). Feedlot performance of Nellore bulls fed high-concentrate diets containing the association of tannins and saponins with sodium monensin. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 53(e20230104), 1–8. <https://doi.org/10.37496/rbz5320230104>.
- Ferraz, J. B. S., & Felício, P. E. (2010). Production systems – An example from Brazil. *Meat Science*, 84(2), 238–243. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.06.006>.
- Fugita, C. A., Prado, R. M., Valero, M. V., Bonafé, E. G., Carvalho, C. B., Guerrero, A., Sañudo, C., & Prado, I. N. (2018). Effect of the inclusion of natural additives on animal performance and meat quality of crossbred bulls (Angus vs. Nellore) finished in feedlot. *Animal Production Science*, 58(11), 2076–2083. <https://doi.org/10.1071/AN16242>.
- Henchion, M. M., McCarthy, M., & Resconi, V. C. (2017). Beef quality attributes: A systematic review of consumer perspectives. *Meat Science*, 128, 1–7. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.01.006>
- Hocquette, J.-F., & Chatellier, V. (2011). Prospects for the European beef sector over the next 30 years. *Animal Frontiers*, 1(2), 20–28.
- Jones, F. M., Phillips, F. A., Naylor, T., & Mercer, N. B. (2011). Methane emissions from grazing Angus beef cows selected for divergent residual feed intake. *Animal Feed Science and Technology*, 166–167(0), 302–307. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.020>
- Kazama, R., Zeoula, L. M., Prado, I. N., Silva, D. C., Ducatti, T., & Matsushita, M. (2008). Características quantitativas e qualitativas da carcaça de novilhas alimentadas com diferentes fontes energéticas em dietas à base de cascas de algodão e de soja. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37, 350–357. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982008000200023>.
- Lemos, B. J. M., Castro, F. G. F., Santos, L. S., Mendonça, B. P., Couto, V. R. M., & Fernandes, J. J. R. (2016). Monensin, virginiamycin, and flavomycin in a no-roughage finishing diet fed to zebu cattle. *Journal of Animal Science*, 94(10), 4307–4314. <https://doi.org/10.2527/jas.2016-0504>.

- Lima, H. L., Santin Júnior, I. A., Zampar, A., Soldá, N. M., Bottin, F. L., Tomasi, T., & Cucco, D. C. (2021). Diferentes sistemas de terminação e seus efeitos na carcaça e carne de novilhos angus superprecoces. *Medicina Veterinária (UFRPE)*, 15(1). <https://doi.org/10.26605/medvet-v15n1-2388>.
- Ludtke, C. B., Costa, O. A. D., Roça, R. de O., Silveira, E. T. F., Athayde, N. B., de Araújo, A. P., de Mello, A., & de Azambuja, N. C. (2012). Bem-estar animal no manejo pré-abate e a influência na qualidade da carne suína e nos parâmetros fisiológicos do estresse. *Ciência Rural*, 42(3), 532–537. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012000300024>
- Macedo, M. P., Bastos, J. F. P., Bianchini Sobrinho, E., Resende, F. D., Figueiredo, L. A., & Rodrigues Neto, A. J. (2001). Características de carcaça e composição corporal de touros jovens da raça Nelore terminados em diferentes sistemas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30(5), 1610–1620. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982001000600031>
- Maciel, I. C. F., Schweihofer, J. P., Fenton, J. I., Hodbod, J., McKendree, M. G. S., Cassida, K., & Rowntree, J. E. (2021). Influence of beef genotypes on animal performance, carcass traits, meat quality, and sensory characteristics in grazing or feedlot-finished steers. *Translational Animal Science*, 5(4), 1–18. <https://doi.org/10.1093/tas/txab214>.
- Maggioni, D., Marques, J. A., Rotta, P. P., Perotto, D., Ducatti, T., Visentainer, J. V., & Prado, I. N. (2010). Animal performance and meat quality of crossbred young bulls. *Livestock Science*, 127(2–3), 176–182. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.09.006>.
- Maggioni, D., Prado, I. N., Zawadzki, F., Valero, M. V., Marques, J. A., Bridi, A. M., Moletta, J. L., & Abrahão, J. J. S. (2012). Grupos genéticos e graus de acabamento sobre qualidade da carne de bovinos. *Semina: Ciências Agrárias*, 33(1), 391–402. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n1p391>.
- Matos, A. M., Duarte, V., Carvalho, V. M., Prado, R. M., Cardoso, M. A. P., Vital, A. C. P., Costa e Silva, L. F., Monteschio, J. O., Guerrero, A., & Prado, I. N. (2024). Effects of monensin only, monensin and virginiamycin combination, or monensin and a blend of organic trace mineral and yeast on meat quality of crossbred bulls finished in feedlot individual pens and fed with high-grain diets. *Food Science and Technology*, 44(e00108), 1–8. <https://doi.org/10.5327/fst.00108>.
- Matos, A. M., Duarte, V., Tagiariolli, M. A., Bonin, E., Vital, A. C. P., Guerrero, A., Prado, R. M., Costa e Silva, L. F., Ávila, V. D., Carvalho, V. M., & Prado, I. N. (2023). Meat acceptability of crossbred bulls fed a high-grain feedlot diet with antimicrobial compounds and a blend of organic trace minerals and yeast. *Animal Production Science*, 63(2), 85–95. <https://doi.org/10.1071/AN22092>.
- Moreira, F. B., Prado, I. N., Cecato, U., Souza, N. E., & Iwayama, P. T. (2003). Suplementação com sal mineral proteinado para bovinos de corte mantidos em pastagem de estrela roxa no final do verão. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 25(1), 185–191. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v25i1.2145>.
- Moreira, F. B., Prado, I. N., Cecato, U., Zeoula, L. M., Wada, F. Y., & Torii, M. S. (2004). Níveis de suplementação com sal mineral proteinado para novilhos Nelore terminados em pastagem no período de baixa produção forrageira. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33(6), 1814–1821. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982004000700020>.
- Mota, R. G., & Marçal, W. S. (2019). Comportamento e bem-estar animal de bovinos confinados: alternativas para uma produção eficiente, rentável e de qualidade: revisão bibliográfica. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, 13(1), 125–141.
- Mottin, C., Catalano, F. A. R., Chefer, D. M., Araújo, F. L., Carvalho, V. M., Guerrero, A., Ornaghi, M. G., Souza, K. A., Castilho, R. A., & Prado, I. N. (2020). Effect of essential and vegetable oil blend supplementation on animal performance, feed intake, rumen

- fermentation and rumen microbial populations of crossbred steers finished in a pasture system. *Research, Society and Development*, 9(9), 1–20. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.8057>.
- Mottin, C., Ornaghi, M. G., Carvalho, V. M., Guerrero, A., Vital, A. C. P., Ramos, T. R., Bonin, E., Araújo, F. L., Castilho, R. A., & Prado, I. N. (2022). Carcass characteristics and meat evaluation of cattle finished in temperate pasture and supplemented with natural additive containing clove, cashew oil, castor oils, and a microencapsulated blend of eugenol, thymol, and vanillin. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 102, 1271–1280. <https://doi.org/10.1002/jsfa.11465>.
- Neumann, M., Leão, G. F. M., Coelho, M. G., Figueira, D. N., Spada, C. A., & Perussolo, L. F. (2017). Aspectos produtivos, nutricionais e bioeconômicos de híbridos de milho para produção de silagem. *Archivos de Zootecnia*, 66(253), 51–57.
- Nocek, J. E. (1997). Bovine acidosis: Implications on laminitis. *Journal of Dairy Science*, 80(5), 1005–1028.
- NRC. (2016). *Nutrient Requirements of Beef Cattle, 8th Revised Edition*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/19014>
- Ornaghi, M. G., Guerrero, A., Vital, A. C. P., Souza, K. A., Passetti, R. A. C., Mottin, C., Castilho, R. C., Sañudo, C., & Prado, I. N. (2020). Improvements in the quality of meat from beef cattle fed natural additives. *Meat Science*, 163(108059), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108059>.
- Ornaghi, M. G., Passetti, R. A. C., Torrecilhas, J. A., Mottin, C., Vital, A. P., Guerrero, A., Sañudo, C., Campo, M. M., & Prado, I. N. (2017). Essential oils in the diet of young bulls: Effect on animal performance, digestibility, temperament, feeding behaviour and carcass characteristics. *Animal Feed Science and Technology*, 234, 274–283. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.10.008>.
- Pastor, F. M., Falçoni, F. M. S. M., & Lima, D. V. (2017). Cruzamentos entre a raça Nelore e Bos taurus: um potencial para melhoria do rendimento de carcaça. *PUBVET*, 11(7), 723–726. <https://doi.org/10.22256/pubvet.v11n7.723-726>.
- Pescumo, D. P., & Igarasi, M. S. (2013). Híbridos de milho e sorgo para silagem na alimentação de bovinos leiteiros. *PUBVET*, 7, 420–548. <https://doi.org/10.22256/pubvet.v7n6.1513>.
- Pinto, A. P., Abrahão, J. J. S., Marques, J. A., Nascimento, W. G., Perotto, D., & Lugão, S. M. B. (2010). Desempenho e características de carcaça de tourinhos mestiços terminados em confinamento com dietas à base de cana-de-açúcar em substituição à silagem de sorgo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(1), 198–203. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982010000100026>.
- Porto, M. O., Couto, V. R. M., Paulino, M. F., Sales, M. F. L., Valadares Filho, S. C., & Detmann, E. (2008). Fontes de energia em suplementos múltiplos para bezerros Nelore em creep-feeding: desempenho produtivo, consumo e digestibilidade dos nutrientes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(7), 1329–1339.
- Prado, I. N. (2010). Introdução a bovinocultura de corte. In I. N. Prado (Ed.), *Produção de bovinos de corte e qualidade da carne* (Vol. 1, pp. 9–18). Eduem.
- Prado, I. N., Lallo, F. H., Zeoula, L. M., Caldas Neto, S. F., Nascimento, W. G., & Marques, J. A. (2003). Níveis de substituição da silagem de milho pela silagem de resíduo industrial de abacaxi sobre o desempenho de bovinos confinados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32(3), 737–744. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982003000300026>.

- Prado, I. N., Medroni, S., Damasceno, J. C., Zeoula, L. M., Vinocur, K., & Nascimento, W. G. (2000). Degradabilidade ruminal in situ de dietas contendo milho ou triticale e farelo de soja ou levedura. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 22(3), 755–759.
- Prado, I. N., Ramos, T. R., Prado, R. M., Ornaghi, M. G., Stuani, O. F., & Penha, G. P. (2022). SARA (Subacute Ruminal Acidosis) sobre o desempenho e comportamento de bovinos: Revisão. *PUBVET*, 16(6), 1–11. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v16n06a1136.1-11>.
- Ramos, T. R., Prado, R. M., Ornaghi, M. G., Stuani, O. F., Penha, G. P., & Prado, I. N. (2022). SARA (Subacute Ruminal Acidosis) sua caracterização e consequências em bovinos: Revisão. *PUBVET*, 16(6), 1–11. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v16n06a1135.1-11>.
- Rivaroli, D. C., Campo, M. M., Sañudo, C., Guerrero, A., Jorge, A. M., Vital, A. C. P., Valero, M. V., Prado, R. M., & Prado, I. N. (2020). Effect of an essential oils blend on meat characteristics of crossbred heifers finished on a high-grain diet in a feedlot. *Animal Production Science*, 60(4), 595–602. <https://doi.org/10.1071/AN18620>.
- Rivaroli, D. C., Ornaghi, M. G., Mottin, C., Prado, R. M., Ramos, T. R., Guerrero, A., Jorge, A. M., & Prado, I. N. (2017). Essential oils in the diet of crossbred (½ Angus vs. ½ Nellore) bulls finished in feedlot on animal performance, feed efficiency and carcass characteristics. *Journal of Agricultural Science*, 9(10), 205–212. <https://doi.org/10.5539/jas.v9n10p205-212>.
- Rotta, P. P., Prado, I. N., Prado, R. M., Moletta, J. L., Silva, R. R., & Perotto, D. (2009). Carcass characteristics and chemical composition of the *Longissimus* muscle of Nellore, Caracu and Holstein-friesian bulls finished in a feedlot. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 22(4), 598–604. <https://doi.org/10.5713/ajas.2009.80538>.
- Rotta, P. P., Prado, R. M., Prado, I. N., Valero, M. V., Visentainer, J. V. V., & Silva, R. R. (2009). The effects of genetic groups, nutrition, finishing systems and gender of Brazilian cattle on carcass characteristics and beef composition and appearance: a review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 22(12), 1718–1734. <https://doi.org/10.5713/ajas.2009.90071>.
- Souza, K. A., Ramos, T. R., Bonin, E., Carvalho, V. M., Guerrero, A., Bagaldo, A. R., Cecato, U., & Prado, I. N. (2020). Performance and immune response of steers Nellore finished in feedlot and fed diets containing dry leaves of *Baccharis dracunculifolia*. *Research, Society and Development*, 9(10), e339107776. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.7776>.
- Valadares Filho, S. C., Costa e Silva, L. F., Gionbelli, M. P., Rotta, P. P., Marcondes, M. I., Chizzotti, M. L., & Prados, L. F. (2016). *Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzado - BR-Corte* (Vol. 1). Universidade Federal de Viçosa. <https://doi.org/10.5935/978-85-8179-111-1.2016b001>.
- Viu, M. A. O., Lopes, D. T., Gambarini, M. L., Oliveira Filho, B. D., Ferraz, H. T., Magnabosco, C. U., & Viu, A. F. M. (2006). Efeito da época do parto, idade materna e sexo sobre o desempenho pré-desmama de bezerros Nelore (*Bos taurus indicus*), criados extensivamente no centro-oeste do Brasil. *Archives of Veterinary Science*, 11(3). <https://doi.org/10.5380/avs.v11i3.7421>
- Wesley, R. L., Cibils, A. F., Mulliniks, J. T., Pollak, E. R., Petersen, M. K., & Fredrickson, E. L. (2012). An assessment of behavioural syndromes in rangeland-raised beef cattle. *Applied Animal Behaviour Science*, 139(3–4), 183–194. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.applanim.2012.04.005>,

II HIPÓTESE E OBJETIVOS GERAIS

Hipótese

A qualidade nutricional do solo e forragens influenciam diretamente na qualidade da carne e na produtividade.

Objetivos gerais

Avaliar o efeito da qualidade do solo em relação ao desempenho dos animais recriados sobre os diferentes sistemas produtivos, recria a pasto convencional, recria confinados e recria a pasto com sistema corrigido e com múltiplas

III ANIMAL PERFORMANCE AND CARCASS CHARACTERISTICS OF CROSSBRED BULLS FINISHED IN DIFFERENT PRODUCTION SYSTEMS IN THE TROPICS

1. Featured Application

This work presents the effect of different production systems on animal performance and carcass quality that could be suitable to improve a sustainable beef production system in tropical regions.

ABSTRACT

Extensive beef systems in the tropics are the cheapest but require more land and longer rearing times with environmental impact. This study was carried out to evaluate three beef bull's production systems in tropics: pasture-based system (PASTU), feedlot system immediately after weaning (FELOT) and a system with the combination of rearing in pasture and finishing in feedlot (PRIME) on animal performance and carcass characteristics of 30 bulls crossbred Angus x Nellore. The final weight, average daily gain and carcass weight (hot and cold) were higher ($p < 0.050$) for the FELOT system, intermediate for the PRIME system and lowest for the PASTU system. The carcass dressing (hot and cold), dripping losses, ratio (Longissimus dorsi) and degree of finishing were similar ($p > 0.050$). The carcass pH_{24h} was higher for the PRIME system ($p < 0.010$). Subcutaneous fat thickness (mm) was lower for the PASTU system ($p < 0.050$). Marbling was better for the PRIME system. The tissular composition was similar among systems related to muscle percentagem but PASTU showed the highest bone percentage ($p < 0.050$) and lowest of adipose ($p < 0.050$). PRIME enable cost-effective, fast beef production with less environmental impact.

Keywords: animal production; beef; carcass quality; pasture; production systems; sustainability; tropic

INTRODUCTION

In the global scenario, Brazil has the largest herd, the principal exporter, and one of the largest consumers of beef in the world [1,2]. However, has been the low productivity and inferior quality. The low productivity of beef in Brazil has been associated with several factors [1], ranging from predominance genetics (zebu and their crosses) to productive factors related to management [2]. Among them, various studies highlight the following of low carcass weight and conformation, low quality forage (predominantly tropical and subtropical grasses), high temperatures for much of the year, deficiency of minerals and energy in the dry season, presence of reproductive and non-reproductive diseases in the herd, late slaughter age, and, above all, lack of business management [3–6]. During the rearing phase, from born to weaning (7 months), calves remain on low-quality pastures with their respective mothers [4]. These calves are then raised from weaning to puberty (24 months) in extensive systems [4]. The final part of this cycle can be fattening on pastures (90%) and a small part in more intensive systems [1].

Previous studies showed that Zebu (Nelore) and it crosses with Europeans (*Bos taurus*) that average daily gain (ADG) of bulls finished on pasture is low (average of 0.40–0.50 kg/day) [7,8] when compared to bulls finished in feedlots (1.50 to 2.0 kg/day) [9,10]. This is due to the energy and protein density of the diets fed to cattle raised on pasture and finished in feedlots or cattle that have been finished in feedlot since weaning [7,8,11,12]. Feed efficiency is better for animals finished in feedlots when compared to animals finished on pasture. Diets fed to animals finished in feedlots are adjusted to achieve the maximum potential allowed by the genetic potential of the animals [7,8,11,12].

Several studies show that cattle finished in feedlot show a feed conversion from 6.0 to 8.0 kg of dry matter consumed for a gain of 1.0 kg of body weight [9,10,13]. On the other hand, the feed efficiency of cattle finished on pasture with or without supplementation is between 12 to 20 kg of dry matter for 1.0 kg of body weight gain per day [14].

Cattle finished in feedlots have higher slaughter weight and, consequently, higher carcass weight [8,9,13,15]. Cattle finished in feedlot with low or high grains are slaughtered in less time (days) than cattle finished on pasture [7,8]. Maciel et al. [8] observed a higher slaughter age for crossbred Red Angus steers finished on pasture than those fed high-grain diets. Angus steers finished in feedlots with a high-grain diet had better carcass dressing than steers finished on pasture [7]. Similarly, Duckett et al. [16]

observed higher carcass dressing when comparing Angus steers finished with silage and concentrate (62.3%) and steers finished on pasture (54.3%). In addition, higher carcass dressing was observed for Nellore animals when finished in feedlot (58.9%) than on pasture (56.4%). The better carcass dressing in diets with less forage can be explained by the smaller size of the gastrointestinal tract due to the lack of fiber in the diet [17], when comparing conventional feedlot with high-grain diets, found no differences in carcass dressing.

In general, it is accepted that the cost of producing pasture-raised cattle is cheaper [4,5,18]. In this context, there would be no need for changes in the breeding, rearing and finishing system of beef bulls. Another important factor is the quality of the meat produced [19–22]. In addition to meat quality, new issues are being debated, such as animal welfare, environmental protection, among others [23–26]. Therefore, experts seek new bulls' production systems based on more efficient systems such as genetic material (new breeds and cross-breeds), pasture improvement, use of additives and ionophores, systematic changes in active ingredients in medications, feedlot more professional management [1,27,28].

The introduction of alternative beef production concepts coming along with economic, social, and environmental preoccupations. A growing literature study evaluation pasture conventional, semi-intensive and feedlot exist, comparative assessment of systems that simultaneously indicators are scarce. Evaluating food sources in livestock diets is crucial for optimizing performance, nutrient utilization, by reducing the use of systems with a high carbon footprint.

This study was conducted to evaluate animal performance and meat characteristics of three systems for breeding, rearing and finishing of crossbred beef (Angus x. Nellore) in the tropics. Three systems were studied: bulls reared and finished on conventional pasture (PASTU), reared in pasture and finished in feedlot from weaning (FELOT) and raised in pasture and reared in improved pasture and finished in conventional feedlot with high-grain diets (PRIME).

MATERIALS AND METHODS

Pasture Location

In the PASTU conventional production system, the experimental essay was carried out on the Ipê farm, located in the Luziânia region, at an altitude of 900 m,

longitude 24°30'46.761"S, latitude 52°22'19.726"W, with an average rainfall of 1897 mm, with clayey soil, without a large slope, in the northwest region of the state of Paraná.

In the FELOT system, the bulls were raised and finished on the Araucária farm, located in the Luziânia region, at an altitude of 900 m, longitude 24°30'46.761"S, latitude 52°22'19.726"W, with an average rainfall of 1897 mm, with clayey soil, without a large slope, in the northwest region of the state of Paraná.

In the PRIME system, the experimental trial was carried out at the Água Azul farm, located in the Luziânia region, at an altitude of 900 m, longitude 24°30'46.761"S, latitude 52°22'19.726"W, with an average rainfall of 1897 mm, with clayey soil, without great slope, in the northwest region of the state of Paraná.

Feeding and Experimental Diets

In the PASTU system, the bulls were raised (seven months) and reared (11 months) on low-quality pasture, without correction and fertilization, in an extensive form and finished in a feedlot (four months). The pasture consisted mainly of grasses of the genus *Brachiaria* ruziencis, whose chemical composition is shown in Table 1. The pastures are shown at the beginning of the production cycle with some reforms throughout this period. In this system, the bulls were supplemented only with mineral salt. Mineral salt was supplied once a week. The estimated salt consumption was 50 g/day. Water was Always available in fixed masonry drinkers. This model is the main system for breeding, rearing and finishing beef bulls in Brazil. Pasture reforms are carried out when necessary and can be done in a cycle of up to five years. During the feedlot period, the bulls were kept in collective stalls of 20 m²/animal, covered, with collective feeders and drinkers with water distributed ad libitum.

In the FELOT system, during the breeding period (seven months), the calves were kept with their mothers on good quality *Brachiaria* pasture, fertilized and corrected. During the feedlot period (11 months), the bulls were housed in a 20 m² facility per animal, covered with masonry feeders and water distributed in collective drinkers ad libitum. During the feedlot period, the bulls were fed high-energy and high-protein diets (Table 1). In the PRIME system, the calves were raised on good-quality pasture until they were seven months old with their mothers. Then, the bulls were reared up to 350 kg on corrected pasture and with multiple forage species (tyfton, clover, alfalfa, chicory, oats and peas), eight months, from 350.0 kg to 542.3 kg of body weight. In this system, the bulls were reared in feedlot receiving a diet based on this same forage, but in ensiled form

(five months). These animals were finished in the feedlot system from 450 kg until slaughter at 580.0 kg.

Table 1. Chemical composition of experimental diets.

Nutriments	Pasture ¹	Pasture ²	Feedlot
Dry matter, %	14.10	57.38	86.18
Crude protein, %/DM	10.87	12.52	14.57
Organic matter, %/DM	85.13	86.72	91.06
Ashes, %/DM	14.87	13.28	8.94
Ether extract, %/DM	2.88	2.26	4.42
Crude fiber, %/DM	32.00	20.57	11.89
Neutral detergent fiber, %/DM	63.05	38.65	25.23
Acid detergent fiber, %/DM	42.56	24.53	15.01
Lignin, %/DM	12.68	4.22	3.00
Starch, %/DM	4.58	21.51	3.60
Carbohydrates non fibers, %/DM	11.25	34.42	48.56
Total digestible nutrients, %/DM	45.61	68.65	77.77
Metabolizable energy, Kcal/kg	2.150	2.610	3.000

¹ Low Quality Pasture (*Brachiaria ruziziensis*). ² Good Quality Pasture (*Brachiaria* pasture, fertilized and corrected).

Animals

Thirty bulls (10 bulls per evaluated system) were reared in good-quality pasture until they were seven months old with mothers. Then, the bulls were reared up to 350.0 kg on corrected pasture and with multiple forage species (tyfton, clover, alfalfa, chicory, oats and peas), eight months, from 350.0 kg to 542.3 kg of body weight. In this system, the bulls were reared in feedlot receiving a diet based on this same forage, but in ensiled form (five months). These animals were finished in the feedlot system from 450.0 kg until slaughter at 580.0 kg.

Industrial crossbreeding between the Angus and Nellore breeds born in August 2022, raised and reared in an extensive pasture system and finished in a feedlot system were used. The animals were chosen by their weight at weaning time (seven months).

All animals were vaccinated against symptomatic anthrax, gas gangrene, sudden death, enterotoxemia, malignant edema, tetanus and botulism (Excell 10) and pneumonia (Bovi Shield). Likewise, the animals were dewormed every six months (solution 3.5% (MSD) + genisis iver puor on (genesis), solution 3.5% (MSD) + agebendazol + volosso (Ouro Fino), treo ace (Zoetis) + agebendazol + colosso (Ouro Fino). The stocking rate was three animals/hectare.

The average daily gain (ADG) was monitored periodically. The average daily gain

(ADG) was obtained by dividing the final weight or slaughter weight by the number of days until slaughter. No bull had to be removed from the experiment, due to failure to adapt or for other reasons.

At the end of the finishing period, the bulls were weighed and transported to the slaughterhouse in the city of Campo Mourão, North of Paraná, 60 km away, after a period of 18 h of fasting from solids, with water always being available. The density of the truck was 0.8 ± 0.2 m²/animal.

The slaughter was carried out at the Magistral slaughterhouse, in the city of Campo Mourão, state of Paraná, as recommended by the Brazilian system according to RIISPOA (Regulation for the Industrial and Sanitary Inspection of Products of Animal Origin) [29]. The bulls were stunned with a compressed air gun. They were then bled, with a suitable knife cut through the external jugular vein and the hide, head, feet, tail, diaphragm and pelvic fat (kidney and heart) removed.

2.4. Carcass Characteristics

After slaughter, the carcasses were divided from the sternum to spine, resulting in two halves (right and left) of similar weight. The two half carcasses were immediately weighed to determine the hot carcass weight. The hot carcass dressing was determined using this weight, with the hot carcass weight divided by the live weight of the previous day and multiplied by 100. Thus, it was expressed as a percentage of hot carcass dressing.

Immediately after slaughter, the carcasses were identified and stored in cold rooms at 4 °C for a period of 24 h. The following day, the carcasses were weighed again to calculate the cold carcass dressing. The cold carcass dressing is obtained by dividing the cold carcass weight by the live weight obtained before slaughter and multiplying by 100.

The carcasses were chilling in a cold chamber (+4°C) for 24 h. The following day, the carcasses were removed and weighed again. The difference between the previous day and the weight after chilling is called dripping losses or dripping in the cold chamber. These losses are due to the runoff of water, blood, lymph and exudate.

Sampling and Meat Quality

The Longissimus dorsi (thoracis and lumborum) (LD) was excised from the right side. The sixth rib was removed, weighed and kept frozen (−20 °C) before being thawed and after being dissected into muscle, fat (subcutaneous and intermuscular), bone and

other tissues (tendons, fascias, blood vessels). Before the sixth rib was frozen, the LD of this rib was separated, weighed and segmented for diverse meat measurements.

The pH_{24h} was determined with a pH meter (HI99163, Hanna instruments, Eboli, Salerno, Italy). The electrode was calibrated and inserted into the muscle between the 12th and 13th ribs 24 h after slaughter. The measurement was performed in triplicate, and the average of the measurements was the pH_{24h} value.

The thickness subcutaneous fat (SFT) was measured with an electronic digital caliper (hardened stainless-steel, model LT-4237-000, Allparts, Salerno, Italy) at a point three-quarters of the length of the Longissimus dorsi (LD) muscle from the bone end between the 12th and 13th ribs and was performed in triplicate, with the average of the measurements being the value of the SFT, in millimeters.

The degree of carcass finishing was visually evaluated by a trained professional from the Maria Macia company, assigned a scale from 1 to 3. Being 1 (slight fat cover), 2 (average fat cover), 3 (high fat cover), according to the importers' requirements.

The marbling of the meat was visually evaluated at the 13th rib by a panel of five experts on meat quality. The evaluation was based on a visual comparison with the AUS-MEAT marbling system used for Wagyu, although the higher Australian marbling scores were excluded from the adapted scale. The adapted scale ranged from 1 to 5, where 1 indicated little marbling, 2 (reasonable marbling), 3 (good marbling), 4 (very good marbling) and 5 (excessive marbling). The final score represents the average of the five experts' evaluation. The degree of marbling was expressed as a frequency distribution (%).

Rib eye area or Longissimus dorsi area (LDA) was measured on the Longissimus dorsi between the 12th and 13th ribs. The LDA was copied on greaseproof paper and later calculated using a planimeter. The area was expressed in cm². The ratio is the calculated ratio between the width and length of the sample taken from the 13th rib, using a tape measure. The division between the width and length is then made and expressed in cm.

To assess tissue composition, the percentage of muscle, bone, adipose and other tissues was evaluated in the sixth rib. The portions of these tissues were dissected with the aid of sharp knives and scalpels in the sixth ribs and weighed separately. The tissues were weighed individually and the respective percentages calculated.

Statistical Analysis

The meat attributes were assessed by analysis of variance using the general linear

model (GLM) with SPSS (v. 29.0.2.0) (IBM SPSS Statistics, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) for Windows. Means and standard deviations were calculated for each variable. The treatments (PASTU, FELOT and PRIME) were considered fixed factors in a randomized design, with ten replicates per treatment for each analysis. When differences were statistically significant, a Tukey test was performed with statistical significance set at $p = 0.05$.

Results

The initial age of bulls from the three production systems was similar, and close to seven months of age, immediately after weaning (Table 2). The initial weight was similar ($p > 0.050$) since these animals had a similar rearing system without undergoing any management that interfered with the weaning weight, such as the use of creep feeding.

Table 2. Effect of production system on productive parameters of crossbred bulls.

Parameters	PASTU ¹	FELOT ²	PRIME ³	SEM ⁴	<i>p</i> Value
<i>n</i>	10	10	10		
Weaning age, months	6.73	6.67	6.82	2.581	0.038
Brachiaria pasture, months	11.27	-	-		-
Improved pasture, months	-	-	8.22		-
Feedlot, months	4.00 ^a	11.3 ^a	5.00 ^b	2.582	0.012
Slaughter age, months	22.00 ^a	18.00 ^c	20.00 ^b	0.502	0.012
Average daily gain, kg	0.82 ^c	1.11 ^a	0.97 ^b	0.305	0.016

¹ PASTU—Bulls raised on extensive Brachiaria pasture and finished in feedlot, ² FELOT—Bulls raised on corrected and fertilized pasture and finished in feedlot, ³ PRIME—Bulls raised and finished in feedlot, ⁴ SEM—Standard Error of the Mean. Means followed by different letters in the same lines are different ($p < 0.05$).

The rearing period that bulls spent on conventional pastures (without soil correction and fertilization) was longer in the PASTU system (11.27 months), intermediate in the PRIME system (8.22 months) in improved and corrected pastures, and shorter in the FELOT system (only during the rearing period—6.82 months) (Table 2). The period in feedlot was shorter for animals in the PASTU system (4 months), intermediate for bulls in the PRIME system (5 months) and longer for bulls in the FELOT system (11.3 months) (Table 2).

The age at slaughter was shorter for bulls in the FELOT system (18.0 months), intermediate for bulls in the PRIME system (20.0 months) and longer for bulls in the PASTU system (22.0 months) (Table 2). This was due to the type of feeding adopted.

Bulls in the last two production systems received a higher energy and protein intake in the diet during the rearing and finishing phases.

The average daily gain depends on the energy and protein density of the diet available to the animals [11,12]. Thus, the average daily gain observed was higher ($p < 0.016$) for bulls in the FELOT system (1.11 kg), intermediate for bulls in the PRIME system (0.97 kg) and lower for bulls in the PASTU system (0.82 kg).

The body weight at slaughter was higher ($p < 0.001$) for bulls from the FELOT system (559.5 kg), intermediate for bulls from the PRIME system (580.00 kg) and lower for bulls from the PASTU system (542.3 kg) (Table 3). The slaughter weight is determined by the energy and protein density of the diet. The slaughter weight was high for bulls from all production systems (above 540.0 kg of body weight).

Table 3. Effect of production system on carcass parameters of crossbred bulls.

Parameters	PASTU ¹	FELOT ²	PRIME ³	SEM ⁴	<i>p</i> Value
<i>n</i>	10	10	10		
Slaughter weight, kg	542.30 ^c	599.50 ^a	580.00 ^b	8.845	0.001
Hot carcass weight, kg	295.55 ^c	340.09 ^a	323.23 ^b	5.891	0.001
Cold carcass weight, kg	291.12 ^c	334.99 ^a	318.38 ^b	4.888	0.036
Hot carcass dressing, %	54.50	56.73	55.73	0.565	0.071
Cold carcass dressing, %	53.68	55.88	54.89	0.565	0.068
Dripping losses, %	0.82	0.95	0.83	0.035	0.775

¹ PASTU—Bulls raised on extensive *Brachiaria* pasture and finished in feedlot, ² FELOT—Bulls raised on corrected and fertilized pasture and finished in feedlot, ³ PRIME—Bulls raised and finished in feedlot, ⁴ SEM—Standard Error of the Mean. Means followed by different letters in the same lines are different ($p < 0.05$).

The hot carcass weight obtained immediately after slaughter was in the same order of magnitude as the slaughter weight: highest for bulls from the FELOT system (340.0 kg), intermediate for bulls from the PRIME system (323.3 kg) and lowest for bulls from the PASTU system (295.5 kg) (Table 3). The cold carcass weight followed the same order as the hot carcass dressing, but slightly lower in relation to the hot carcass weight (Table 3).

The cold carcass dressing was similar ($p > 0.05$) for bulls from the three production systems (Table 3). The cold carcass dressing was close to 57.0%, therefore above the dressing of bulls normally finished on PASTU. The losses that occur in the first

twenty-four hours after slaughter were similar ($p > 0.05$) for the three production systems (Table 3).

The drip losses occurring in 24 h (+4°C) were similar ($p > 0.05$) for meat from the 3 different production systems, below 1.0% (Table 3).

Twenty-four hours after slaughter, the pH value at 24 h in the meat from bulls in the PASTU system was higher (5.84; $p < 0.05$), compared to the pH value (5.64) of the meat from bulls in the FELOT system and bulls in the PRIME system (5.67) (Table 4). Furthermore, the pH_{24h} of the meat from bulls in the PASTU and FELOT systems did not differ between them ($p > 0.05$).

The degree of carcass finishing was similar ($p > 0.05$) for bulls from the three production systems (Table 4). The finishing degree attributed by trained professional from Maria Macia's company was 1.37 on a scale of 1 to 3. This score meets the requirements of the domestic and foreign markets.

The subcutaneous fat thickness (SFT) for bulls from the (FELOT) (7.5 mm) and PRIME (7.9 mm) systems, and for these two systems no difference was observed ($p > 0.05$). The greater cover fat thickness observed in bulls finished in the FELOT and PRIME systems may be related to the energy input during the rearing and finishing period of the bulls. It is worth noting that for all systems, the EGC was above the recommended level to classify a carcass as well finished by the Brazilian system (between 3.0 and 6.0 mm).

The Longissimus dorsi area (LDA) was similar ($p > 0.05$) for bulls from the 3 systems: PASTU (113.5 cm²) and PRIME (115.9 cm²) systems compared to the LDA of bulls from the FELOT system (114.9 cm²). In fact, the size of LDA is directly correlated with carcass weight.

The highest frequency of little marbling was observed in meat from PASTU bulls (16.0%). The frequency of little marbling was intermediate for bulls from the FELOT system (10.0%) and the lowest frequency for bulls from the PRIME system (4.0%). No animal with excessive marbling was observed (Table 4). The degree of marbling classified as very good was similar for the three treatments (32.0%—PASTU, 34.0% FELOT and 32.0%—PRIME). The sum of marbling classified as good and very good was 70.0%—PASTU, 62.0%—FELOT and 80.0%—PRIME (Table 4). The differences in the degree of marbling frequency can be attributed to the higher or lower nutrient density of the diets. (Table 4).

Table 4. Effect of production system on animal performance, carcass characteristics, pH, marbling and tissue composition of crossbred bulls.

Parameters	PASTU ¹	FELOT ²	PRIME ³	SEM ⁴	p Value
<i>n</i>	10	10	10		
pH	5.67 ^b	5.64 ^b	5.84 ^a	0.023	0.002
Finishing degree, points	1.30	1.40	1.40	0.150	0.775
Subcutaneous fat thickness, mm	6.76 ^b	7.51 ^a	7.89 ^a	0.737	0.021
LDA (<i>Longissimus dorsi</i> area), cm ²	113.53 ^a	114.19 ^b	115.93 ^a	3.117	0.011
Ratio	0.47	0.44	0.44	0.01	0.782
Marbling, frequency, %					
Little	16.00 ^a	10.00 ^b	4.00 ^c	2.82	0.001
Reasonable	14.00 ^b	28.00 ^a	16.00 ^b	3.55	0.001
Good	38.00 ^b	28.00 ^c	48.00 ^a	4.69	0.001
Very good	32.00	34.00	32.00	0.53	0.305
Excessive	0.00	0.00	0.00	0.00	1.000
Tissue composition, %					
Muscle	62.63	62.18	62.24	1.120	0.320
Adipose	18.50 ^b	21.39 ^a	20.18 ^a	0.832	0.041
Bone	18.34 ^a	15.85 ^b	16.92 ^b	0.713	0.042
Others	0.53	0.58	0.66	0.063	0.670

¹ PASTU—Bulls raised on extensive *Brachiaria* pasture and finished in feedlot, ² FELOT—Bulls raised on corrected and fertilized pasture and finished in feedlot, ³ PRIME—Bulls raised and finished in feedlot, ⁴ SEM—Standard Error of the Mean. Means followed by different letters in the same lines are different ($p < 0.05$).

Related to tissue composition, there was no effect ($p > 0,5$) on the percentage of muscles among systems, being the average 62.35% (Table 4). However, the percentage of fat was lower ($p < 0.05$) in bulls reared on *Brachiaria* pasture and finished in feedlot (PASTU) (18.50%) compared to FELOT (21.39%) and PRIME (20.18%) systems. No ($p > 0.05$) difference was observed for the FELOT and PRIME systems. The percentage of bone tissue was higher ($p < 0.05$) observed in bulls from the PASTU system (18.34%) compared to the percentage of bulls from the FELOT (15.85%) and PRIME (16.92%) systems. The percentages of bone tissue in these last two systems were similar ($p > 0.05$). The higher percentage of bone tissue in bulls in the PASTU system can be explained by the long period of time spent on extensive *Brachiaria* pastures.

Discussion

Weaning weight was similar for the three production systems (6.7 months). Weaning weight is similar because the farms adopt the same animal rearing system. This is the Brazilian weaning standard for beef cattle [1,2,30,31].

Slaughter age, as well as average daily gain and, consequently, slaughter weight are determined by genetics and energy and protein density of the diets. Thus, bulls fed for

a longer period in feedlot had a shorter slaughter time and higher slaughter weight. However, slaughter weight determined hot and cold carcass weight, but did not change carcass dressing. The carcass dressings observed in this study are slightly higher than the dressings observed in the production system in Brazil [2,5,9,25,32]. This high carcass dressing may be correlated with the fattening state and slaughter weight of bulls with subcutaneous fat thickness above 6.0 mm.

The pH_{24h} value in the meat of bulls from the FELOT system was above 5.80, considered the limiting pH value and can be explained by the stress caused by the grouping of animals at the time of transport and in the waiting pen for slaughter. In addition, the pH measured 24 h after slaughter is an important measurement because it can influence several attributes of meat quality [33,34]. Furthermore, meat pH seems to be much more related to pre- and post-slaughter management than to genetic and nutritional characteristics [35]. Anaerobic glycolysis converts the glycogen present in the muscles into lactic acid, releasing hydrogen (H⁺ ions). Enzymatic actions, mainly of calpain, are favored at lower pH, breaking down the proteins of the myofibrils and making the meat more tender and juicier. The production of lactic acid and nitrogen compounds during maturation contributes to the characteristic flavor and aroma of matured meat. The low pH promotes the conversion of myoglobin into oxyhemoglobin, intensifying the red color of the meat [36]. The pH of the meat from animals in the PASTU and FELOT systems were within the range standards found in the literature [34,37]. Fruet et al. [38] and Lima et al. [7] did not observe differences in the pH of the meat between animals finished on pasture or on feedlot 24 h after slaughter. Stressed animals with zebu genetics have higher pH due to the release of stress hormones such as corticosteroids. The pH measured 24 h after slaughter is an important measurement because it can influence several attributes of meat quality [33,34]. Meat pH can vary depending on many factors [34,39].

The greater SFT observed in bulls finished in the FELOT and PRIME systems may be related to the energy supply during the rearing and finishing period of the bulls. It is Worth noting that for all systems, the SFT was above the recommended level to classify a carcass as well finished by the Brazilian system (from 3.0 to 6.0 mm). The SFT is higher in bulls finished with high-energy density rations compared to animals finished on pasture [8].

SFT is highly correlated with dietary energy levels and is an indicator of good finishing. SFT plays a fundamental role in the post-slaughter period by protecting the carcass during chilling and preventing shortening due to cold [40].

In general, crossbred bulls finished in feedlot with a carcass weight of 250 to 270 kg have an LYA close to 85 cm² [15,25,32]. In any case, on average, the Longissimus dorsi area was above 100 cm² in all treatments; considered optimal for crossbred animals finished in feedlot.

The degree of marbling classified as very good was similar for the three treatments (32.0%—PASTU, 34.0% FELOT and 32.0%—PRIME). The sum of marbling classified as good and very good was 70.0%—PASTU, 62.0%—FELOT and 80.0%—PRIME. Differences in the degree of marbling frequency can be attributed to the higher or lower nutrient density of the diets [11,12].

The three rearing and finishing systems had no effect ($p > 0.05$) on the percentage of muscle tissue measured in the sixth rib of bulls. The percentage of muscle tissue, on average across the three systems, was 62.35%. Crossbred bulls between *Bos taurus* vs. *Bos indicus* finished in a feedlot system have, on average, a percentage of muscle tissue in the sixth rib between 60 and 65% [10,15,25,31,41].

The percentage of fat on the sixth rib was lower in bulls from the PASTU system (18.5%) compared to the FELOT (21.4%) and PRIME (20.2%) systems. On the other hand, no difference was observed for animals from the FELOT and PRIME systems. The lower percentage of fat found in bulls from the PASTU system may be related to the lower energy intake during the pasture period because these do not provide the same energy content when compared to the feedlot. However, the percentages found in the PASTU system are close to the percentages of bulls slaughtered at close to 550 kg of body weight [10,25,32].

Unlike the percentage of adipose tissue, the percentage of bone tissue was higher in bulls from the PASTU system (18.3%) compared to the percentage of bulls from the FELOT (15.8%) and PRIME (16.9%) systems. The percentages of bone tissue in these last two systems were similar. The higher percentage of bone tissue in bulls in the PASTU system can be explained by the long period of time spent on extensive *Brachiaria* pastures. The objective of this study was to evaluate a beef production system taking into account better sustainability of the system both from the point of view of production efficiency and respect for environmental adversities, such as avoiding burning of degraded pastures, aiding in the recovery of degraded systems, rationalizing deforestation, protecting groundwater, reducing the greenhouse effect, improving pasture quality with soil correction and precision fertilization techniques, among other current techniques [1,42–45].

Currently, beef bulls' production systems in Brazil face major challenges, so citizens of different stripes should be aware of the responsibilities of relevant policies, goals, and new strategies for beef production in tropical and subtropical regions [1,2,18,43]. The greatest respect for the aforementioned aspects can be achieved through economic and social understandings, better understanding and respecting the economic Sustainability policies of the production integration system [1,6,31,45,46]. The studies carried out on the sustainability of production systems as a main has been as evidence with some clarity and consideration of their respective advantages [47,48]. The development of global triple bottom line (TBL) policies shows that the practice of sustainability includes economic (profit), environmental (planet) and social (citizens) advantages [18,31,42].

Thus, the activities that would be considered sustainable were studied respecting these three aspects: economic, environmental and social. The general knowledge of these aspects should be encompassed in a broader front considering several aspects such as, for example, a more synthetic, analytical, descriptive, exploratory, cultural, and educational analysis of the social development of all citizens of the globe [43,44,49]. Thus, the concept of sustainability must consider all economic systems and their consequences that could interact positively or negatively with nature and society [31,42,48].

Conclusions

This study aimed to demonstrate that it is possible to establish the concept of sustainability in tropical beef bull production systems through the rational use of existing technical knowledge.

Although animal performance and slaughter weight were higher for bulls reared directly in feedlots after weaning (at 7 months), this system involves greater use of grains and, consequently, higher methane emissions and production costs. The most interesting and widely accepted system would be one that includes part of the rearing period on improved pastures, followed by finishing in a feedlot (PRIME).

On the other hand, the pasture-based production system is the least expensive; however, it reduces animal performance and requires large areas of pasture. This, in turn, leads to deforestation of new frontiers, increased soil degradation, and pollution of water sources.

Therefore, it is possible to produce more beef at a lower cost and in a shorter time, while respecting the environment and avoiding the need to exploit new areas of the tropical biome.

References

1. Del Campo, M.; Montossi, F.; Lima, J.M.S.; Brito, G. Future cattle production: Animal welfare as a critical component of sustainability and beef quality, a South American perspective. *Meat Sci.* 2025, 219, 109672. [[CrossRef](#)]
2. Agethen, K.; Maurício, R.R.; Deblitz, C.; Izquierdo, M.D.; Chará, L. Future perspectives of Brazilian beef production: What in the role of Silvopastoral systems. *Agroforest Syst.* 2024, 98, 2179–2196. [[CrossRef](#)]
3. Batistelli, I.J.C.; Batistelli, J.C.O.R.; Bess, B.L.; Menezes, F.L.; Moraes, K.A.K.; Moraes, E.H.B.K. Intensive rearing in confinement as a management strategy in beef cattle—Literature review. *Res. Soc. Devel.* 2022, 11, 2. [[CrossRef](#)]
4. Ferraz, J.B.S.; Felício, P.E. Production systems—An example from Brazil. *Meat Sci.* 2010, 84, 238–243. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
5. Greenwood, P.L. Review: An overview of beef production from pasture and feedlot globally, as demand for beef and the need for sustainable practices increase. *Animal* 2021, 15, 100295. [[CrossRef](#)]
6. Pasquini Neto, R.; Furtado, A.J.; Silva, G.V.; Lobo, A.A.G.; Abdalla Filho, A.L.; Perna Junior, F.; Berndt, A.; de Medeiros, S.R.; Pedroso, A.d.F.; de Oliveira, P.P.A.; et al. Performance and feed intake of Nellore steers in extensive, intensive, and integrated pasture-based beef cattle production systems. *Livest Sci.* 2025, 294, 105667. [[CrossRef](#)]
7. Lima, H.L.; Santin Júnior, I.A.; Zampar, A.; Soldá, N.M.; Bottin, F.L.; Tomasi, T.; Cucco, D.C. Diferentes sistemas de terminação e seus efeitos na carcaça e carne de novilhos angus superprecoces. *Med. Veter. (UFRPE)* 2021, 15, 46–57. [[CrossRef](#)]
8. Maciel, I.C.F.; Schwehofer, J.P.; Fenton, J.I.; Hodbod, J.; McKendree, M.G.S.; Cassida, K.; Rowntree, E. Influence of beef genotypes on animal performance,

- carcass traits, meat quality, and sensory characteristics in grazing or feedlot-finished steers. *Transl. Anim. Sci.* 2021, 5, txab214. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
9. Ferracini, J.G.; Lelis, A.L.J.; Polli, D.; Gasparim, M.B.; Feba, L.T.; Prado, I.N.; Millen, D.D. Feedlot performance of Nellore bulls fed high-concentrate diets containing the association of tannins and saponins with sodium monensin. *Rev. Bras. Zoot.* 2024, 53, e20230104. [[CrossRef](#)]
 10. Rivaroli, D.C.; Ornaghi, M.G.; Mottin, C.; Prado, R.M.; Ramos, T.R.; Guerrero, A.; Jorge, A.M.; Prado, I.N. Essential oils in the diet of crossbred ($\frac{1}{2}$ Angus vs. $\frac{1}{2}$ Nellore) bulls finished in feedlot on animal performance, feed efficiency and carcass characteristics. *J. Agric. Sci.* 2017, 9, 205–212. [[CrossRef](#)]
 11. NRC. Nutrient Requirements of Beef Cattle: 8th Revised Edition; The National Academies Press: Washington, DC, USA, 2016. [[CrossRef](#)]
 12. Valadares Filho, S.C.; Costa e Silva, L.F.; Gionbelli, M.P.; Rotta, P.P.; Marcondes, M.I.; Chizzotti, M.L.; Prados, L.F. Exigências Nutricionais de Zebuínos Puros e Cruzado—BR—Corte, 3rd ed.; Universidade Federal de Viçosa: Viçosa, Brazil, 2016; p. 327. [[CrossRef](#)]
 13. Carvalho, V.M.; Ávila, V.A.D.; Bonin, E.; Matos, A.M.; Prado, R.M.D.; Castilho, R.A.; Silva, R.R.; Filho, B.A.d.A.; Prado, I.N.D. Effect of extract from baccharis, tamarind, cashew nut shell liquid and clove on animal performance, feed efficiency, digestibility, rumen fermentation and feeding behavior of bulls finished in feedlot. *Livest Sci.* 2021, 244, 104361. [[CrossRef](#)]
 14. Carvalho, V.M.; Silva, R.R.; Lins, T.O.J.A.; Barroso, D.S.; Rocha, T.R.; Silva, J.W.D.; Santos, M.C.; Almeida, K.V.; Prado, I.N.D. Supplementation strategies for crossbred steers on *Brachia brizantha* pasture the dry season: Effects on performance, intake, digestibility and ingestive behavior. *Acta Scientiarum Anim. Sci.* 2024, 46, e69224. [[CrossRef](#)]
 15. Ornaghi, M.G.; Passetti, R.A.C.; Torrecilhas, J.A.; Mottin, C.; Vital, A.P.; Guerrero, A.; Sañudo, C.; Campo, M.M.; Prado, I. Essential oils in the diet of young bulls: Effect on animal performance, digestibility, temperament, feeding behaviour and carcass characteristics. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2017, 234, 274–283. [[CrossRef](#)]
 16. Duckett, S.K.; Neel, J.P.S.; Lewis, R.M.; Fontenot, J.P.; Clapham, W.M. Effects of forage species or concentrate finishing on animal performance, carcass and meat quality. *J. Anim. Sci.* 2013, 91, 1454–1467. [[CrossRef](#)]

17. Carvalho, J.R.R.; Chizzotti, M.L.; Schoonmaker, J.P.; Teixeira, P.D.; Lopes, R.C.; Oliveira, C.V.R.; Ladeira, M.M. Performance, carcass characteristics, and ruminal pH of Nellore and Angus young bulls fed a whole shelled corn diet. *J. Anim. Sci.* 2016, 94, 2451–2459. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
18. Kamali, F.P.; van der Linden, A.; Meuwissen, M.P.M.; Malafaia, G.C.; Lansink, A.G.J.M.O.; Boer, I.J.M. Environmental and economic performance of beef farming systems with different feeding strategies in southern Brazil. *Agric. Syst.* 2016, 146, 70–79. [[CrossRef](#)]
19. Henchion, M.M.; McCarthy, M.; Resconi, V.C. Beef quality attributes: A systematic review of consumer perspectives. *Meat Sci* 2017, 128, 1–7. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
20. Hocquette, J.F.; Chatellier, V. Prospects for the European beef sector over the next 30 years. *Anim. Front.* 2011, 1, 20–28. [[CrossRef](#)]
21. Maggioni, D.; Marques, J.A.; Rotta, P.P.; Perotto, D.; Ducatti, T.; Visentainer, J.V.; Prado, I.N.D. Animal performance and meat quality of crossbred young bulls. *Livest Sci.* 2010, 127, 176–182. [[CrossRef](#)]
22. Lozano, M.S.R.; Ngapo, T.M.; Huerta-Leidenz, N. Tropical beef: Is there an axiomatic basis to define the concept? *Foods* 2021, 10, 1025. [[CrossRef](#)]
23. Jones, F.M.; Phillips, F.A.; Naylor, T.; Mercer, N.B. Methane emissions from grazing Angus beef cows selected for divergente residual feed intake. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2011, 166–167, 302–307. [[CrossRef](#)]
24. Ludtke, C.B.; Costa, O.A.D.; Roça R de, O.; Silveira, E.T.F.; Athayde, N.B.; de Araújo, A.P.; Mello Junior, A.; Azambuja, N.C. Bem-estar animal no manejo pré-abate e a influência na qualidade da carne suína e nos parâmetros fisiológicos do estresse. *Ciência Rural* 2012, 42, 532–537. [[CrossRef](#)]
25. Ornaghi, M.G.; Guerrero, A.; Vital, A.C.P.; Souza, K.A.; Passetti, R.A.C.; Mottin, C.; Castilho, R.C.; Sañudo, C.; Prado, I. Improvements in the quality of meat from beef cattle fed natural additives. *Meat Sci.* 2020, 163, 108059. [[CrossRef](#)]
26. Wesley, R.L.; Cibils, A.F.; Mulliniks, J.T.; Pollak, E.R.; Petersen, M.K.; Fredrickson, E.L. An assessment of behavioural syndromes in rangeland-raised beef cattle. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 2012, 139, 183–194. [[CrossRef](#)]
27. Aurélio Neto, O. O Brasil no mercado mundial de carne bovina: Análise da competitividade da produção e da logística de exportação brasileira. *Ateliê Geográfico* 2018, 12, 183–204. [[CrossRef](#)]

28. Mota, R.G.; Marçal, W.S. Comportamento e bem-estar animal de bovinos confinados: Alternativas para uma produção eficiente, rentável e de qualidade: Revisão bibliográfica. *Rev. Brasil. Hig. E Sanid. Anim.* 2019, 13, 125–141. Available online: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6997432> (accessed on 11 July 2025). Brasil. Decreto nº 9.013, de 29 de Março de 2017. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de Dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de Novembro de 1989, que DISPÕEM Sobre a Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. 2017. Diário Oficial da União, 30 de março de 2017. Available online: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Decreto/D9013.htm (accessed on 11 July 2025).
29. Steele, M.A.; Greenwood, S.L.; Croom, J.; McBride, B.W. An increase in dietary non-structural carbohydrates alters the structure and metabolism of the rumen epithelium in lambs. *Can. J. Anim. Sci.* 2012, 92, 123–130. [CrossRef]
30. Casagrande, Y.G.; Wiśniewska-Paluszak, J.; Paluszak, G.; Mores, G.V.; Moro, L.D.; Malafaia, G.C.; de Azevedo, D.B.; Zhang, D. Emergent research themes on sustainability in the beef cattle industry in Brazil: An integrative literature review. *Sustainability* 2023, 15, 4670. [CrossRef]
31. Mottin, C.; Ornaghi, M.G.; Carvalho, V.M.; Guerrero, A.; Vital, A.C.P.; Ramos, T.R.; Bonin, E.; Araujo, F.L.; Castilho, R.A.; Prado, I.N. Carcass characteristics and meat evaluation of cattle finished in temperate pasture and supplemented with natural additive containing clove, cashew oil, castor oils, and a microencapsulated blend of eugenol, thymol, and vanillin. *J. Sci. Food Agric.* 2022, 102, 1271–1280. [CrossRef] [PubMed]
32. Abril, M.; Campo, M.M.; Önenç, A.; Sañudo, C.; Albertí, P.; Negueruela, A.I. Beef colour evolution as a function of ultimate pH. *Meat Sci.* 2001, 58, 69–78. [CrossRef] [PubMed]
33. Page, J.K.; Wulf, D.M.; Schwotzer, T.R. A survey of beef muscle color and pH. *J. Anim. Sci.* 2001, 79, 678–687. [CrossRef]
34. Mach, N.; Bach, A.; Velarde, A.; Devant, M. Association between animal, transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. *Meat Sci.* 2008, 78, 232–238. [CrossRef]
35. Mancini, R.A.; Hunt, M.C. Current research in meat color. *Meat Sci.* 2005, 71, 100–121. [CrossRef]

36. Bureš, D.; Bartoň, L. Performance, carcass traits and meat quality of Aberdeen Angus, Gascon, Holstein and Fleckvieh finishing bulls. *Livest Sci.* 2018, 214, 231–237. [[CrossRef](#)]
37. Fruct, A.P.B.; Mello, A.; Trombetta, F.; Stefanello, F.S.; Speroni, C.S.; Vargas, D.P.; Souza, A.N.M.; Rosado Junior, A.G.; Tonetto, C.J.;
38. Nornberg, J.L. Oxidative stability of beef from steers finished exclusively with concentrate, supplemented, or on legume-grass pasture. *Meat Sci.* 2018, 145, 121–126. [[CrossRef](#)]
39. Pulford, D.J.; Dobbie, P.; Fraga Vazquez, S.; Fraser-Smith, E.; Frost, D.A.; Morris, C.A. Variation in bull beef quality due to ultimate muscle pH is correlated to endopeptidase and small heat shock protein levels. *Meat Sci.* 2009, 83, 1–9. [[CrossRef](#)]
40. Costa, M.A.L.; Valadares Filho, S.C.; Paulino, M.F.; Valadares, R.F.D.; Cecon, P.R.; Paulino, P.V.R.; Moraes, E.H.B.K.; Magalhaes, K.A. Desempenho, digestibilidade e características de carcaça de novilhos zebuínos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. *Rev. Bras. Zootec.* 2005, 34, 268–279. [[CrossRef](#)]
41. Prado, I.N.; Eiras, C.E.; Fugita, C.A.; Passetti, R.A.C.; Ornaghi, M.G.; Rivaroli, D.C.; Pinto, A.A.; Moleta, J.L. Animal performance and carcass characteristics of bulls (1/2 Purunã vs 1/2 Canchim) slaughtered at 16 and 22 months old, and three different weights. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 2015, 28, 612–619. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
42. Malafaia, G.C.; Mores, G.V.; Casagrande, Y.G.; Barcellos, J.O.J.; Costa, F.P. The Brazilian beef cattle supply chain in the next decades. *Livest Sci.* 2021, 253, 104704. [[CrossRef](#)]
43. Galyean, M.L.; Hales, K.E. Feeding management strategies to mitigate methane and improve production efficiency in feedlot cattle. *Animals* 2023, 13, 758. [[CrossRef](#)]
44. Morais, H.B.; Chardulo, L.A.L.; Baldassini, W.A.; Lippi, I.C.C.; Orsi, G.B.; Ruviaro, C.F. Environmental impacts of high-quality brazilian beef production: A comparative life cycle assessment of premium and super-premium beef. *Animals* 2023, 13, 3578. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

45. Almeida, C.M.V.B.; Agostinho, F.; Giannetti, B.F.; Huisingh, D. Integrating cleaner production into sustainability strategies: Na introduction to this special volume. *J. Clean. Prod.* 2015, 96, 1–9. [[CrossRef](#)]
46. Smith, A.P.; Metcalf, A.; Meltcalf, E.C.; Yung, L.; Swinger, B.; Cummins, T.M.; Chaffin, B.C.; Shuver, A.; Slattery, D. US bee producer perspectives on “sustainable beef” and implications for sustainability transitions. *Discov. Sustain.* 2024, 5, 91. [[CrossRef](#)]
47. Caniglia, G.; Schäpke, N.; Lang, D.J.; Abson, D.J.; Luederitz, C.; Wiek, A.; Laubichler, M.D.; Gralla, F.; Von Wehrden, H. Experiments and evidence in sustainability science: A typology. *J. Clean. Prod.* 2017, 169, 39–47. [[CrossRef](#)]
48. Dick, M.; Silva, M.A.; Dewes, H. Mitigation of environmental impacts of beef cattle production in southern Brazil—Evaluation using farm-based life cycle assessment. *J. Clean. Prod.* 2015, 87, 58–67. [[CrossRef](#)]
49. Nguyen, T.L.T.; Hermansen, J.E.; Mogensen, L. Environmental consequences of different beef production systems in the EU. *J.Clean. Prod.* 2010, 18, 756–766. [[CrossRef](#)]

IV CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de cria, recria e terminação determina o ganho médio diário e, por consequência, o peso, rendimento de carcaça ao abate. Animais terminados mais jovens (menos de 24 meses) apresentam melhor eficiência alimentar e carne de melhor qualidade. No entanto, a intensificação da produção de carne em confinamento convencional ou com dietas de alto grão onera o custo de produção. Desta forma, cabe a gestor dos diferentes sistemas de produção a escolha do sistema mais adequado para atender as finalidades específicas.

V. APENDICES



applied sciences



Article

Animal Performance and Carcass Characteristics of Crossbred Bulls Finished in Different Production Systems in the Tropics

Jean Fagner Pauly ^{1,2}, Jéssica Geralda Ferracini ^{1,3}, Henrique Rorato Freire ⁴, Bianka Rocha Saraiva ⁴, Maribel Valero Velandia ¹, Ana Guerrero ^{5,*}, Rodolpho Martin do Prado ⁶ and Ivanor Nunes do Prado ^{1,4}

- ¹ Programa de Pós Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Avenida Colombo, 5790, Maringá CEP 87020-900, Paraná, Brazil; jeanpauly@primeagro.com.br (J.F.P.); jess.ferracini@gmail.com (J.G.F.); maribelvelandia@hotmail.com (M.V.V.); inprado@uem.br (I.N.d.P.)
 - ² PRIME, Chácara 27, Rodovia Perimetral Norte, s/n, Jardim Porto Alegre, Toledo CEP 85906-290, Paraná, Brazil
 - ³ Gasparin, Rua Santa Helena, 240, Vila Santa Helena, Presidente Prudente CEP 19015-670, São Paulo, Brazil
 - ⁴ Programa de Pós Graduação em Ciência de Alimentos, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá, Avenida Colombo, 5790, Maringá CEP 87020-900, Paraná, Brazil; hr_freire@hotmail.com (H.R.F.); bianka_saraiva@hotmail.com (B.R.S.)
 - ⁵ Departamento Producción y Sanidad Animal, Salud Pública Veterinaria y Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Universidad Cardenal Herrera-CEU, CEU Universities, Alfara del Patriarca, CP 46115 Valencia, Spain
 - ⁶ Département des Sciences Animales—FSSA, Université de Laval, Pavillon Paul Comtois, Local 4215, Québec, QC G1V 0A6, Canada; rodolpho.martin-do-prado.1@ulaval.ca
- * Correspondence: ana.guerrero@uchceu.es

Featured Application

This work presents the effect of different production systems on animal performance and carcass quality that could be suitable to improve a sustainable beef production system in tropical regions.

Abstract

Extensive beef systems in the tropics are the cheapest but require more land and longer rearing times with environmental impact. This study was carried out to evaluate three beef bull's production systems in tropics: pasture-based system (PASTU), feedlot system immediately after weaning (FELOT) and a system with the combination of rearing in pasture and finishing in feedlot (PRIME) on animal performance and carcass characteristics of 30 bulls crossbred Angus x Nelore. The final weight, average daily gain and carcass weight (hot and cold) were higher ($p < 0.050$) for the FELOT system, intermediate for the PRIME system and lowest for the PASTU system. The carcass dressing (hot and cold), dripping losses, ratio (*Longissimus dorsi*) and degree of finishing were similar ($p > 0.050$). The carcass pH_{24h} was higher for the PRIME system ($p < 0.010$). Subcutaneous fat thickness (mm) was lower for the PASTU system ($p < 0.050$). Marbling was better for the PRIME system. The tissular composition was similar among systems related to muscle percentage but PASTU showed the highest bone percentage ($p < 0.050$) and lowest of adipose ($p < 0.050$). PRIME enable cost-effective, fast beef production with less environmental impact.

Keywords: animal production; beef; carcass quality; pasture; production systems; sustainability; tropic



Academic Editor: Monica Gallo

Received: 20 June 2025

Revised: 28 July 2025

Accepted: 29 July 2025

Published: 31 July 2025

Citation: Pauly, J.F.; Ferracini, J.G.; Freire, H.R.; Saraiva, B.R.; Velandia, M.V.; Guerrero, A.; Prado, R.M.d.; Prado, I.N.d. Animal Performance and Carcass Characteristics of Crossbred Bulls Finished in Different Production Systems in the Tropics. *Appl. Sci.* **2025**, *15*, 8497. <https://doi.org/10.3390/app15158497>

Copyright: © 2025 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).