

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

FERNANDA BERNARDI SCHEEREN

**ALTERNATIVAS PARA INTENSIFICAR A PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE
EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA**

DOIS VIZINHOS

2022

FERNANDA BERNARDI SCHEEREN

**ALTERNATIVAS PARA INTENSIFICAR A PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE
EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA**

**ALTERNATIVES TO INTENSE BEEF CATTLE PRODUCTION IN A CROP-
LIVESTOCK INTEGRATION SYSTEM**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia, do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Área de Concentração: Produção e Nutrição Animal.

Orientador: Prof. Dr. Luís Fernando Glasenapp de Menezes

DOIS VIZINHOS

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Dois Vizinhos



FERNANDA BERNARDI SCHEEREN

ALTERNATIVAS PARA INTENSIFICAR A PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestra Em Zootecnia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Área de concentração: Produção Animal.

Data de aprovação: 21 de Fevereiro de 2022

Prof Luis Fernando Glasenapp De Menezes, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Fernando Kuss, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof.a Luciane Rumpel Segabinazzi, Doutorado - Fundação Universidade Federal do Pampa - Unipampa (Unipampa)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 21/02/2022.

DOIS VIZINHOS

2022

*Dedico a minha família,
A todos os professores que já passaram pela minha vida,
E todas as pessoas que me ajudaram a chegar até aqui.*

AGRADECIMENTOS

“O senhor é meu pastor e nada me faltará” – Salmo 23:1.

Agradeço meus pais e minha irmã por toda dedicação que sempre tiveram comigo e com todos os meus sonhos. Sem eles esta etapa não teria se concretizado. Vivemos, sonhamos e realizamos juntos.

Agradeço ao meu orientador Professor Doutor Luís Fernando Glasenapp de Menezes, por toda ajuda durante o período do mestrado e por todos os conselhos “o diabo sabe muito, mas não por ser o diabo, e sim por ser experiente”.

Agradeço a Professora Doutora Magali Floriano da Silveira por ter me ajudado tanto com as análises no laboratório, sou muito grata por todo conhecimento e pela parceria.

Agradeço a Professora Doutora Paula Montanher pela ajuda nas análises e pela paciência em me ensinar.

Agradeço a todos os professores do PPGZOO por todo conhecimento e aprendizado.

Agradeço a todos os membros do Núcleo de Ensino e Pesquisa em Ruminantes (NEPRU) por terem ajudado tanto durante o período experimental.

Agradeço a Fabiane Schlichmann por ter me ajudado muito no laboratório.

Agradeço aos funcionários da UTFPR-DV que sempre ajudam de uma forma ou outra.

Agradeço a todas as pessoas que de uma forma ou outra me ajudaram durante este período.

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

Muito Obrigada!

“Terá medo dos obstáculos aquele que não tem coragem de lutar pelos seus
sonhos.”

Irenaldo Alves

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes sistemas de terminação de bovinos de corte em uma área de Integração Lavoura-Pecuária. Assim, foram avaliadas a inclusão de leguminosa e a suplementação sob pastagem de inverno de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) e azevém (*Lolium multiflorum* L.). Os tratamentos propostos foram: testemunha (aveia preta + azevém), leguminosa (aveia preta + azevém + leguminosa) e suplementação (aveia preta + azevém + 1% do peso vivo de suplemento). Este trabalho foi conduzido durante 3 anos (2017, 2018 e 2020), utilizando-se 54 novilhos (18 animais por ano), com idade inicial média de 25 ± 3 meses, peso inicial médio de 413.08 ± 4.56 kg de peso vivo, divididos aleatoriamente em nove piquetes de 0.7 hectares onde foram aplicados os tratamentos. Durante o período de avaliação dos animais, os mesmos foram pesados em intervalos de 21 dias para ajuste do fornecimento do suplemento, com o mesmo intervalo o pasto foi avaliado em relação à produção e a sua composição foi caracterizada, e para avaliar a qualidade nutricional da pastagem, foi realizada a simulação de pastejo. Após o término do período experimental, determinado pela capacidade de suporte do pasto, os animais foram abatidos para avaliação das carcaças e da carne. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) com três repetições (piquetes com dois animais cada) para as variáveis relacionadas à pastagem e desempenho animal, e seis repetições (animal) para as variáveis correspondentes à qualidade de carcaça e carne, durante os três anos de experimento. Com a suplementação foi possível aumentar a produtividade por área ($97 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), assim como o desempenho dos animais (0.360 kg) e o peso de carcaça quente (27.6 kg). Já com a inclusão da leguminosa, foi possível alcançar resultado similar no $\text{GMD} \cdot \text{ha}^{-1}$ e no peso de abate dos animais (20.3 kg) que receberam a suplementação. O ganho de peso vivo por hectare por dia não diferiu entre os tratamentos aplicados. Neste sentido, a suplementação, assim como a inclusão leguminosa, podem ser alternativas para a terminação de bovinos de corte em sistema de integração lavoura-pecuária. Além disso, as características de carcaça e carne não foram afetadas pelas distintas dietas. Assim, a alternativa pode variar de acordo com o objetivo do sistema e com o custo da suplementação.

Palavras-chave: suplementação; terminação de gado de corte; leguminosa; pastagem temperada

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate different finishing systems for beef cattle in a Crop-Livestock Integration area. Thus, the inclusion of legume and supplementation under winter pasture of black oat (*Avena strigosa* Schreb) and ryegrass (*Lolium multiflorum* L.) were evaluated. The proposed treatments were: control (black oat + ryegrass), legume (black oat + ryegrass + legume) and supplementation (black oat + ryegrass + 1% of supplement live weight). This work was carried out for 3 years (2017, 2018 and 2020), using 54 steers (18 animals per year), with an average initial age of 25 ± 3 months, average initial weight of 413.08 ± 4.56 kg of live weight, divided randomly in nine paddocks of 0.7 hectares where the treatments were applied. During the period of evaluation of the animals, they were weighed in intervals of 21 days to adjust the supply of the supplement, with the same interval the pasture was evaluated in relation to the production and its composition was characterized, and to evaluate the nutritional quality of the pasture, the grazing simulation was performed. After the end of the experimental period, determined by the carrying capacity of the pasture, the animals were slaughtered to evaluate the carcasses and meat. The experimental design used was completely randomized (DIC) with three replications (pads with two animals each) for the variables related to pasture and animal performance, and six replications (animal) for the variables corresponding to carcass and meat quality, during the three years of experiment. With supplementation, it was possible to increase productivity per area ($97 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), as well as animal performance (0.360 kg) and hot carcass weight (27.6 kg). With the inclusion of the legume, it was possible to achieve similar results in the $\text{ADG}\cdot\text{ha}^{-1}$ and in the slaughter weight of the animals (20.3 kg) that received the supplementation. The live weight gain per hectare per day did not differ between the treatments applied. In this sense, supplementation, as well as leguminous inclusion, may be alternatives for finishing beef cattle in an integrated crop-livestock system. In addition, carcass and meat characteristics were not affected by different diets. Thus, the alternative may vary according to the purpose of the system and the cost of supplementation.

Keywords: supplementation; beef cattle finishing; legume; temperate pasture

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição bromatológica do pasto e do suplemento ofertado aos novilhos em fase de terminação sob pastagem de aveia preta e azevém, com suplementação energética ou consórcio entre gramíneas e leguminosas em sistema de integração lavoura-pecuária.....	25
Tabela 2 - Análise descritiva da produção e composição estrutural da pastagem de aveia preta e azevém com suplementação ou em pastagem consorciada com leguminosa, para terminação de bovinos de corte em sistema de integração lavoura-pecuária.....	26
Tabela 3 - Composição estrutural da pastagem nos diferentes tratamentos experimentais aplicados (suplementação, leguminosa e testemunha) para a terminação de novilhos de corte sob pastagem de inverno em sistema de integração lavoura-pecuária.....	27
Tabela 4 - Desempenho e características da carcaça de animais terminados em pastagem de aveia e azevém com suplementação ou em pastagem consorciada com leguminosa, em sistema de integração lavoura-pecuária.....	28
Tabela 5 - Características quantitativas de carcaça de novilhos terminados em pastagem de aveia preta e azevém com suplementação, ou em pastagem consorciada com leguminosas, em sistema de integração lavoura-pecuária.....	29
Tabela 6 - Características físico-química da carne de animais terminados em pastagem de aveia preta e azevém com suplementação ou em pastagem consorciada com leguminosa, em sistema de integração lavoura-pecuária.....	30

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	OBJETIVO.....	13
2.1	Objetivo geral.....	13
2.2	Objetivo específico.....	13
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	14
3.1	Produção animal em gramíneas temperadas.....	14
3.2	Consórcio entre gramíneas e leguminosas.....	15
3.3	Suplementação de bovinos de corte.....	17
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	19
5	RESULTADOS.....	25
6	DISCUSSÃO.....	31
7	CONCLUSÕES.....	36
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
	Referências.....	39
	APÊNDICE A – Fotos do experimento.....	47

1 INTRODUÇÃO

Os ruminantes possuem a capacidade de transformar a fibra do pasto em alimentos de alto valor nutricional para a dieta humana (DICK *et al.*, 2021), no caso de bovinos de corte, a carne. No Brasil, cerca de 159 milhões de hectares (IBGE, 2017) são destinados ao cultivo de pastagens para a produção animal, área que aumenta em determinadas épocas do ano, devido a utilização do sistema de integração lavoura-pecuária (ILP). Este sistema comporta, em diferentes momentos, a agricultura e a pecuária sobre uma mesma área, possibilitando, assim, intensificar e aumentar a produção de carne de forma sustentável (KUNRATH *et al.*, 2020) e com maior qualidade nutricional (LOBATO *et al.*, 2014).

A forma mais comum de utilização do sistema de ILP em regiões subtropicais, é o cultivo de soja ou milho durante o verão e pastagens de aveia preta (*Avena sativa*) e azevém anual (*Lolium multiflorum*) durante o inverno (CARVALHO *et al.*, 2021). As pastagens hibernais permitem suprir o *déficit* forrageiro, ocasionado por limitações climáticas (ARANHA *et al.*, 2018), bem como otimizar o uso da terra (FIGUEIREDO *et al.*, 2016; LAROCCA *et al.*, 2018, DUAN *et al.*, 2019). Além disso, estas forrageiras possibilitam aumentar a produtividade por área, um dos principais pontos debatidos atualmente devido às exigências por sistemas mais sustentáveis (FERRAZ *et al.*, 2010; HERRERO *et al.*, 2010).

A aveia preta e o azevém apresentam complementaridade entre seus ciclos produtivos, a aveia cresce mais rápido que o azevém, por este motivo pode ser pastoreada antes, desta forma há um aumento no tempo de utilização da pastagem (FRUET *et al.*, 2019). Neste contexto, ferramentas podem ser utilizadas para estender o período de pastoreio e aumentar a produtividade como, por exemplo, o consórcio entre gramíneas e leguminosas e a suplementação. Esta última pode ser estratégica, visando melhores resultados no ganho individual dos animais, bem como no ganho por área.

A suplementação energética possibilita aumentar a carga animal (CARDOSO *et al.*, 2020), pois os animais apresentam, dependendo do nível de inclusão do concentrado, efeito substitutivo em relação ao pasto. Isto permite, melhorar o desempenho dos animais, além de elevar o retorno de nutrientes ao sistema via fezes

e urina, já que o consumo de nutrientes aumenta. A suplementação, além de possibilitar alocar mais animais por área, acarreta benefícios para a carcaça dos animais como, por exemplo, maior espessura de gordura subcutânea, importante para a proteção desta durante o processo de resfriamento. No trabalho de Santin Júnior *et al.* (2021), animais que receberam suplemento na proporção de 0.8% do PV apresentaram maior rendimento de carcaça, maior espessura de gordura subcutânea e maior grau de marmoreio, quando comparados aos animais que permaneceram apenas em pastagem de aveia, azevém e trevo.

Já a consorciação com leguminosas permite elevar a qualidade nutricional do pasto devido ao seu maior teor de nitrogênio e, além disso, contribuir para o sistema como um todo. Já que estas são capazes de fixar nitrogênio atmosférico no solo (MURRAY *et al.*, 2016; LAYEK *et al.*, 2018) fornecendo serviços ecossistêmicos (MUONI, 2019; BARNEZE *et al.*, 2020). E, neste contexto, assegurar bons desempenhos aos animais, Fruet *et al.* (2019) em seu trabalho, sob pastagens consorciadas de gramíneas e leguminosas, obtiveram ganho de peso dos animais de 1.20 kg.dia^{-1} . Podendo ser uma ferramenta tanto sustentável, quanto nutricional, importante dentro dos sistemas produtivos.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Avaliar as características produtivas e nutricionais da pastagem, o desempenho dos animais, as características da carcaça e da carne de novilhos terminados em pastagem de aveia e azevém consorciada ou não com leguminosas, com ou sem suplementação em sistema de integração lavoura-pecuária.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar a produtividade e a qualidade nutricional das pastagens de aveia preta e azevém e o consórcio com leguminosas para a terminação de novilhos de corte;
- Avaliar o efeito da inclusão de leguminosas e da suplementação sobre o desempenho e as características da carcaça e da carne de novilhos de corte.

3 REVISÃO DE LITERATURA

O principal tema abordado, quando se trata da bovinocultura de corte, é a sustentabilidade, já que o Brasil é o segundo maior produtor mundial de carne. Neste sentido, a eficiência de utilização da terra, através do sequestro de carbono, bem como o maior desempenho individual dos animais são pontos cruciais para esta cadeia produtiva (SOUZA FILHO *et al.*, 2019). Alternativas como a utilização de sistemas integrados de produção (PRAVIA *et al.*, 2019), pastagens com inclusão de leguminosas (PALIT *et al.*, 2020) e a suplementação (CARDOSO *et al.*, 2020), são fundamentais para obter-se sistemas mais eficientes e sustentáveis.

3.1 Produção animal em gramíneas temperadas

A produção de carne, à nível mundial, se dá basicamente sob pastagens, cerca de 80% das áreas destinadas à agropecuária são utilizadas como fonte de alimento para o gado (CARDOSO *et al.*, 2020). A partir das pastagens, é possível produzir uma carne mais saudável para a alimentação humana. Isto porque se obtém uma carne com menor relação n-6/n-3, maior deposição de n-3 e maior teor de ácidos graxos ácido linoleico conjugado (CLA) (LOBATO *et al.*, 2014; PATINO *et al.*, 2015; FRUET *et al.*, 2018; SANTIN JR. *et al.*, 2021). Além das pastagens possibilitarem a produção de um alimento mais saudável, estas promovem serviços ecossistêmicos como, por exemplo, sequestro de carbono e fixação de nitrogênio, por leguminosas, pontos exigidos cada vez mais pelo mercado consumidor.

Para atender a demanda mundial de carne bovina, é fundamental a intensificação dentro dos sistemas produtivos, obtendo-se maior produtividade e eficiência de utilização das áreas (SZYMCZAK *et al.*, 2020). E neste contexto, um ponto fundamental é a resiliência dos sistemas, a capacidade do sistema de manter suas funções, possibilitando produzir mais sob uma mesma área. Segundo Stark *et al.* (2018) o sistema de integração lavoura-pecuária é uma alternativa sustentável para se produzir mais, já que comportam agricultura e pecuária de forma simultânea ou sequencial.

Em regiões subtropicais os sistemas integrados são compostos, em geral, pela cultura da soja, durante o período do verão, e pasto durante o período do inverno (MORAES *et al.*, 2014; KUNRATH *et al.*, 2020). A aveia preta e o azevém são as espécies mais utilizadas para compor as pastagens. Isto porque a aveia preta se desenvolve mais rápido, devido a sua precocidade, quando comparada ao azevém, que se desenvolve com as temperaturas mais amenas da primavera (AGUINAGA *et al.*, 2008). Promovendo, desta forma, uma complementaridade entre os ciclos de produção, aumentando o tempo de utilização das pastagens (FRUET *et al.*, 2019).

Aliado a este ponto, a mescla entre espécies permite a ocupação de espaço sob o solo maior e, conseqüentemente, um melhor aproveitamento da radiação solar, ocasionada pela maior distribuição de área foliar sob o solo (DUCHINI *et al.*, 2016). Ainda, segundo o autor, a densidade de perfilhos emitidos pela aveia preta é menor, quando comparado ao azevém, possibilitando um complemento populacional e utilização mais eficiente da luz incidente, proporcionando maior produção de folhas. A complementaridade permite maximizar a utilização dos recursos naturais, dos insumos e uma redução da competição interespecífica, além da diversificação dentro do sistema produtivo (LI *et al.*, 2014).

3.2 Consórcio entre gramíneas e leguminosas

A definição de consórcio é a coexistência, por um período, de duas ou mais espécies de cultivo desenvolvendo-se juntas (BROOKER *et al.*, 2015). As leguminosas fazem parte da maioria dos consórcios utilizados, isso porque sua competição pelo nitrogênio do solo é baixa, quando comparadas com outras plantas. Além disso, pode contribuir com até 15% de nitrogênio para a cultura utilizada juntamente na mescla (LI *et al.*, 2009; BROOKER *et al.*, 2015).

Quando se agrega a mescla de gramíneas espécies de leguminosas, há um incremento na produção de biomassa e na qualidade nutricional do pasto (TAMBARA *et al.*, 2017). Ademais, as leguminosas são capazes de fixar o nitrogênio atmosférico no solo e, por consequência deste mecanismo, apresentam algumas diferenças. Quando comparadas com gramíneas, apresentam menor teor de fibras e menor

concentração de hemicelulose (PEREIRA *et al.*, 2020). Porém, o aumento no teor da proteína bruta do pasto, bem como uma melhor digestibilidade do alimento (FRUET *et al.*, 2018), são os principais motivos da sua utilização.

Lisbinski *et al.* (2019) observou um teor de 19.8% de PB na MS no consórcio entre aveia preta e azevém, já para o consórcio destas gramíneas com ervilhaca (*Vicia cracca*) o teor passou a ser de 23.1% de PB na MS. Pereira *et al.* (2020) observaram um teor PB de 14.4% na MS para aveia, 24.5% de PB na MS para pastagem de ervilhaca e 23.4% de PB na MS para a mescla entre as duas espécies. Outro ponto importante deste trabalho é a produção de forragem, a aveia solteira produziu 686 kg.MS.ha⁻¹, já quando se agregou a ervilhaca a produção passou a 1764.2 kg de MS.ha⁻¹.

A qualidade nutricional superior das leguminosas possibilita maior eficiência no aproveitamento dos nutrientes e, conseqüentemente, uma menor produção do gás metano (CH₄) pelos animais (HAMMOND *et al.*, 2011). A pecuária é constantemente acusada pelas emissões deste gás, o qual é um grande poluente ambiental, neste sentido algumas alternativas devem ser utilizadas para reduzir a sua produção. Além do fornecimento de alimentos de alta qualidade nutricional, a eficiência de utilização dos recursos também é fundamental.

Com o aumento da disponibilidade de matéria seca há possibilidade de se alcançar ganhos de peso satisfatório, para a produção animal. Fruet *et al.* (2018) obtiveram 1.20 kg.dia⁻¹ de ganho médio diário em pastagem de aveia preta, azevém, trevo branco e trevo vermelho com novilhos mestiços zebu e britânicos. Além de incrementar o ganho de peso, a inclusão de leguminosas permite estender o período de utilização das pastagens. Tambara *et al.*, 2017 em seu trabalho realizaram quatro cortes em gramíneas cultivadas puras, cinco cortes em áreas com mescla de gramíneas e oito com consórcio entre gramíneas e leguminosas.

3.3 Suplementação de bovinos de corte

A eficiência dos sistemas produtivos está diretamente relacionada ao desempenho dos animais sob as pastagens, neste sentido a suplementação pode ser

uma ferramenta. Já que esta proporciona um maior consumo de nutrientes (DELAVATTI *et al.*, 2019). Além de permitir o maior aproveitamento destes, principalmente nos primeiros meses de implantação das pastagens, pois as forrageiras temperadas apresentam alto teor de umidade e excesso de proteína no período inicial de produção (VAZ *et al.*, 2013).

A alta proporção de proteína, proveniente das pastagens temperadas, pode aumentar a concentração de amônia circulante, ocasionando prejuízos no desempenho dos animais, afetando, principalmente, a ingestão voluntária (DETMANN *et al.*, 2014). O excesso de proteína pode ainda ser um problema ambiental, já que é excretado via urina na forma de amônia ou óxido nitroso (ALMEIDA *et al.*, 2020), quando em demasia no organismo do animal, o que também gera um gasto adicional de energia. Por isso, a suplementação energética permite regular o balanço entre proteína e energia na dieta, o que garante um bom fornecimento de substratos para as bactérias ruminais, além do melhor aproveitamento do nitrogênio (DALL-ORSOLETTA *et al.*, 2020).

Em dietas à base de pasto, a suplementação pode ter distintos objetivos: efeito substitutivo, aditivo ou aditivo/substitutivo, o que interfere na capacidade de suporte da pastagem, na taxa de lotação e na seleção do pasto pelos animais (REIS *et al.*, 2009; PIZZUTI *et al.*, 2012). O efeito substitutivo permite alocar mais animais por área, isto porque os animais diminuem o consumo de pasto, passando a consumir o suplemento. Assim, há aumento no desempenho individual dos animais, bem como por área, pois há aumento na capacidade de suporte. Já o efeito aditivo incrementa o consumo de nutrientes pelos animais, ou seja, o animal não reduz seu consumo de pasto, possibilitando, desta forma, maior desempenho individual.

Segundo Lazzarotto *et al.* (2019) o efeito substitutivo é observado quando o consumo de pasto é reduzido devido ao fornecimento de suplemento, possibilitando ao animal selecionar as espécies e o componente estrutural a ser ingerido. Em seu trabalho observaram que animais não suplementados consumiram 8.41 kg de MS. dia⁻¹ de pasto, porém quando se agregou o suplemento, fornecido a quantidade de 1% do peso vivo, este consumo passou a ser de 5.57 kg de MS.dia⁻¹.

A oferta de suplemento aos animais, durante a fase de terminação, proporciona um melhor acabamento de gordura a carcaça evitando, assim, prejuízos durante o

processo de resfriamento destas (DEL CAMPO *et al.*, 2008; TORRECILHAS *et al.*, 2021). Além disso, devido à maior taxa de passagem das dietas compostas por concentrados, há o esvaziamento mais rápido do trato gastrointestinal. Este efeito afeta diretamente o rendimento de carcaça quente, forma como muitos produtores são remunerados (LUZ *et al.*, 2018).

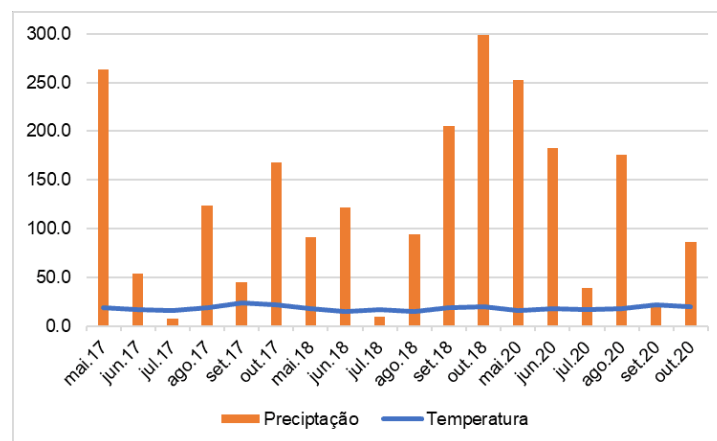
No trabalho de Santin Júnior *et al.* (2021) o rendimento de carcaça quente passou de 49% nos animais recebendo apenas pastagem, para 52.08% quando os novilhos foram suplementados com milho. A suplementação ainda proporcionou maior espessura de gordura subcutânea 5.59 mm, cerca de 1.59 mm a mais quando comparada aos animais não suplementados (4.00 mm).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa no Uso de Animais em Experimentos (CEUA) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *Campus Dois Vizinhos (UTFPR-DV)*, sob os protocolos 2017-009, 2018-023 e 2020-11.

O experimento foi conduzido durante três anos, não consecutivos, 2017 (71 dias de duração), 2018 (105 dias de duração) e 2020 (92 dias de duração) no setor de Bovinocultura de corte (Núcleo de Ensino e Pesquisa em Ruminantes – NEPRU) da UTFPR-DV. Localizada, na região fisiográfica denominada como terceiro planalto paranaense, sob as coordenadas 25°44' sul e longitude 53°04' oeste, à 520 metros de altitude. Os dados climatológicos foram coletados a, aproximadamente, 200 metros da área experimental e estes são apresentados na figura 1. O solo classifica-se como nitossolo vermelho distroférico de textura argilosa (BHERING & SANTOS, 2008) e o clima é classificado, segundo a escala de Köppen em Cfa, subtropical úmido sem estação seca definida (ALVARES *et al.*, 2013).

Gráfico 1 - Gráfico da temperatura média e a soma da precipitação registrada nos meses de maio a outubro dos anos de 2017, 2018 e 2020.



Fonte: GBIOMET, 2021.

A área experimental utilizada está sendo cultivada em sistema de integração lavoura-pecuária desde 2017, onde durante o verão rotaciona-se entre o cultivo de soja e milho. E, durante o inverno, cultiva-se aveia preta (*Avena strigosa*) e Azevém anual (*Lolium multiflorum*), podendo ser consorciado com leguminosas, dependendo

do tratamento empregado: Ervilhaca (*Vicia sativa* L.) e Trevo Branco (*Trifolium repens*), em 2017 e em 2018 e 2020 foi utilizado o Trevo Vesiculoso (*Trifolium vesiculosum*). Em todos os anos, os tratamentos foram alocados nos mesmos piquetes experimentais.

O delineamento experimental aplicado foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos e três repetições (piquetes) para cada ano de avaliação. Sendo os tratamentos: testemunha (pastagem de aveia preta e azevém), leguminosa (pastagem de aveia preta e azevém consorciada com leguminosa) e suplementação (pastagem de aveia preta e azevém com suplementação energética 1% do peso vivo). Foram utilizados 54 novilhos da raça Angus (18 a cada ano) com idade de 25 ± 3 meses de idade e peso vivo inicial médio de 413.08 ± 4.56 kg. Estes foram submetidos a protocolos sanitários de ectoparasitas e endoparasitas, antes do início do período experimental.

Foi ofertado aos animais 1 kg de suplemento. 100 kg de peso vivo⁻¹, diariamente às 12 horas. A cada 21 dias os animais eram pesados para o ajuste da quantidade do suplemento fornecido. O suplemento dos dois primeiros anos de experimento era composto de milho moído, enquanto no terceiro ano era constituído de um suplemento comercial à base de grão úmido de destilaria (DDG).

A área destinada ao experimento possui 7 hectares, subdivididos em 10 piquetes de, aproximadamente, 0.7 hectares, onde os animais tinham acesso *ad libitum* a água e sal mineral. Em nove destes foram aplicados os tratamentos e em um deles foi utilizado para manter os animais reguladores. Foi utilizado o pastejo contínuo com lotação variável, de acordo com a técnica “put and take” (MOTT e LUCAS, 1952), mantendo-se dois animais *testers* por piquete e um número variável de animais reguladores, para manter a oferta de forragem em 9 kg de MS. 100 kg⁻¹ de peso vivo dos animais.

Em todos os anos a implantação da pastagem se deu no mês de maio, variando o dia de acordo com as condições climáticas. As gramíneas foram semeadas em linha e as leguminosas a lanço. A densidade de semeadura utilizada foi de 55 kg.ha⁻¹ de sementes de Aveia Preta, 25 kg.ha⁻¹ de sementes de Azevém, 25 kg.ha⁻¹ de semente de Ervilhaca (em 2017), 5 kg.ha⁻¹ de semente de Trevo Branco (em 2017) e 10 kg.ha⁻¹ de sementes de Trevo Vesiculoso (em 2018 e 2020). A cada ano experimental, a

adubação de base foi realizada no momento da semeadura, sendo aplicado 250 kg.ha^{-1} com adubo de fórmula 8:20:15 (NPK). Durante o período experimental foram realizadas duas aplicações de uréia (45:00:00 - NPK) totalizando 75 kg.ha^{-1} de N por ano.

O início do período de pastejo dos animais se deu quando a massa de forragem (MF) atingiu, aproximadamente, $1500 \text{ kg de MS.ha}^{-1}$. Após o início do pastejo, os animais passaram por um período de adaptação ao manejo e aos tratamentos de 15 dias, quando então passou-se a realizar as avaliações da pastagem e dos animais.

Em relação a massa de forragem (kg MS.ha^{-1}), esta foi estimada a partir do método de dupla amostragem descrita por Wilm *et al.* (1944). As avaliações foram realizadas com intervalos de 21 dias. Utilizando-se um quadrado de 0.25 m^2 foram realizados cinco cortes, rente ao solo, por piquete, para a partir deste determinar a MF. Além desta, outras 20 estimativas visuais foram realizadas, por piquete. Também foram alocadas duas gaiolas de exclusão de pastejo por piquete, para determinar a taxa de acúmulo da pastagem (TAD), a qual foi calculada utilizando-se a fórmula descrita por Campbell (1966).

A amostra cortada foi homogeneizada e dividida, uma parte foi utilizada para a determinação da matéria seca em estufa com circulação de ar forçado à temperatura de 55°C durante 72 horas. Outra parte para a separação botânica (espécies forrageiras que compunham a pastagem) e estrutural (caule e folha), porém esta última não se aplicava as leguminosas.

Para a análise bromatológica da pastagem foi utilizada amostra de simulação de pastejo (EUCLIDES *et al.*, 1992). Para isso, os animais foram observados pastoreando, após as 15 horas em intervalos de 21 dias, e coletou-se amostras do que os animais estavam consumindo do pasto. Este procedimento foi realizado para todos os piquetes, em todos os períodos e em todos os anos. As amostras foram secas em estufa de circulação de ar forçado à temperatura de 55°C durante 72 horas. E, posteriormente, foram moídas em moinho tipo faca com peneira de 1mm.

Sob estas amostra foram determinadas: a matéria seca (MS) em estufa com temperatura de 105°C durante 16 horas; a matéria mineral e matéria orgânica (MM e MO) em mufla a 600°C por 4 horas; proteína bruta (PB) pelo método de Kjeldahl (método 984.13, AOAC, 1997); extrato etéreo (EE) foi extraído com éter de petróleo

no equipamento Ankom XT15 durante 1 hora à 90°C; fibra detergente neutro (FDN) e fibra detergente ácido (FDA), determinadas a partir da metodologia dos saquinhos filtrantes proposta por Komarek (1994), utilizando as soluções de FDN e FDA propostas por Van Soest *et al.* (1991); e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca, determinada usando a incubadora Daisy II 200 (Ankom Technology), os saquinhos utilizados foram o F57, previamente tratados com acetona e secos, para receberem as amostras, estas foram incubadas por 48 horas à 39°C e com agitação constante, posteriormente foi adicionado ácido clorídrico (6 N) até o pH atingir 2.4 - 2.6 e incubado por mais 24 horas, as amostras foram lavadas com água destilada e secas em estufa por 24 horas, para posterior pesagem.

Foram alocados dois animais *testers* em cada piquete, estes foram avaliados a cada 21 dias, para o ajuste do fornecimento de suplemento. O ganho médio diário (GMD $\text{g.animal}^{-1}.\text{dia}^{-1}$), foi determinado pesando os novilhos no primeiro dia do período, em jejum de 14 horas, e no último dia ((peso final-peso inicial)/n° de dias). O ganho de peso vivo por área (GPV. ha^{-1}) foi calculado multiplicando-se o número de animais, o total de dias do período, a área do piquete e o GMD médio do piquete (KUNRATH *et al.*, 2014). Para o ganho de peso vivo por área por dia (GPV. $\text{ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$), apenas dividiu-se o valor de GPV. ha^{-1} pelo número de dias do período.

Os animais foram abatidos ao final do ciclo produtivo das pastagens, em frigorífico comercial a 25 km de distância da área experimental, seguindo os protocolos do estabelecimento. Ao chegarem no frigorífico permaneceram em currais de espera, com aspersão de água, garantindo assim o conforto e bem-estar. Os animais foram insensibilizados com pistola pneumática e posteriormente foram sangrados, sob as normas de abate humanitário.

Para a determinação do rendimento de carcaça quente, os animais foram pesados, em jejum, prévio o embarque para o frigorífico e, posteriormente, foi pesada a carcaça dos animais. Para o rendimento de carcaça fria, as mesmas voltaram a ser pesadas após 12 horas de resfriamento. As carcaças foram seccionadas ao meio. Sob a meia carcaça esquerda, seguindo a metodologia de Müller (1987), foram coletados dados de conformação: comprimento de carcaça, espessura de coxão, comprimento de perna e, perímetro e comprimento de braço.

Para avaliação da carne, foi coletada amostra através de um corte transversal entre a 12ª e a 13ª costela da meia carcaça esquerda. Realizou-se determinação da espessura de gordura, área de olho de lombo, cor, textura e do marmoreio (USDA Quality Grade, 1997). Além disso, foi feita a separação dos componentes músculo, osso e gordura, para a determinação da proporção de cada um em toda a carcaça, conforme metodologia sugerida por Hankins e Howe (1946) adaptada por Müller (1973). No ano de 2018 não foram coletadas amostras de carne.

Sob a amostra retirada da carcaça, foi determinada a coloração da carne e da gordura utilizando-se o equipamento colorímetro (CM-700D, Minolta Inc., Japão) obtendo-se, desta forma, a luminosidade (L^*), vermelho (a^*) e o amarelo (b^*) de cinco pontos distintos (HONIKEL, 1998).

Parte do músculo *Longissimus dorsi*, foi seccionado em quatro partes de aproximadamente dois centímetros de espessura, sendo estes destinados a determinação da força de cisalhamento, análises químicas e análise sensorial. Para a determinação da força de cisalhamento, as amostras foram descongeladas e assadas a 170°C até atingir a temperatura interna de 45°C, quando foram virados e mantidos em forno até atingir temperatura interna de 70°C. A carne foi cortada em cubos de 2 cm no sentido paralelo às fibras. Foram submetidas ao equipamento denominado texturômetro com lâmina Warner-Bratzler “V” de 1mm, movendo-se a 8.3 mm.s⁻¹, a força para a penetração do equipamento na amostra é dada em kgF.

Para as análises químicas foi utilizado um bife previamente seco em liofilizador durante, aproximadamente, 96 horas. Após, foi moído em processador com potência de 400 watts. Foi determinada matéria seca em estufa com temperatura de 105°C, durante 16 horas. O extrato etéreo (EE) foi extraído com éter de petróleo no equipamento Ankom XT15 durante 1 hora a 90°C. E a proteína bruta (PB) pelo método de Kjeldahl (método 984.13, AOAC, 1997).

Os bifes, para análise sensorial, foram pesados ainda congelados (P_i) e voltaram a ser pesados quando descongelados (P_f), obtendo-se a quebra ao descongelamento. Já, a quebra a cocção foi calculada com a diferença entre o peso da amostra descongelada (P_i) e, o peso depois de assada (P_f), seguindo a metodologia de Müller (1987). A fórmula utilizada para os cálculos foi:

$$\text{Quebra} = ((P \text{ Inicial} - P \text{ Final}) / P \text{ Final}) \times 100$$

Os bifes assados foram servidos para cinco painelistas, previamente treinados. As observações feitas foram maciez, suculência e palatabilidade. As notas foram de 1 a 10, sendo uma nota mais baixa, ou seja, uma carne de menor qualidade.

Os dados foram analisados utilizando-se o procedimento PROC MIXED do programa estatístico SAS 9.2 (SAS, 2000 SAS Institute Inc., Cary, NC, EUA), a normalidade dos dados foi confirmada utilizando-se o teste de Shapiro-Wilk e as médias, quando detectada a diferença através da ANOVA ($P < 0.05$), foram comparadas pelo teste de Tuckey a 5% de significância. O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + t_i + a_j + t^*a_{ij} + e_{aijk} + e_{ijkl}$$

Onde, Y_{ijkl} é a variável dependente, μ é a média geral, t_i é o efeito do tratamento i , a_j é o efeito do ano j , t^*a_{ij} é a interação entre as variáveis tratamento e ano ij , e_{aijk} é o erro para medidas repetidas no tempo ijk e e_{ijkl} é a variação aleatória.

5 RESULTADOS

Os dados não apresentaram interação entre ano de avaliação e tratamento aplicado ($P>0.05$), portanto os resultados serão apresentados agrupados na média de todos os anos. Não foram observadas diferenças ($P>0.05$) para MS, MO, FDN, FDA, PB, EE e DIVMS, para os alimentos analisados (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição bromatológica do pasto e do suplemento ofertado aos novilhos em fase de terminação sob pastagem de aveia preta e azevém, com suplementação energética ou consórcio entre gramíneas e leguminosas em sistema de integração lavoura-pecuária.

Variáveis	Tratamentos				EP	P-Value
	SUP	LEG	TEST	CON		
	(g.kg MS ⁻¹)					
MS	171.93	163.70	165.80	927.50	6.04	0.6152
MO	903.51	904.50	902.86	955.20	1.60	0.7461
FDN	453.31	459.88	460.87	294.47	7.50	0.8112
FDA	265.28	271.80	258.24	164.53	7.29	0.5404
PB	213.28	208.47	220.22	145.40	5.77	0.4770
EE	25.71	23.32	25.13	37.41	0.86	0.7536
DIVMS	798.77	782.52	784.06	899.08	12.34	0.5811

Fonte: o autor (2022).

SUP= suplementação; LEG= leguminosa; TEST= testemunha; CON= concentrado; EP= erro padrão; P-value= probabilidade estatística; MS= matéria seca; MO= matéria orgânica; FDN= fibra detergente neutro; FDA= fibra detergente ácido; PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo; DIVMS= digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

Não houve diferença estatística ($P>0.05$) para a massa de forragem ($\mu=1360.4$ kg de MS.ha⁻¹), oferta instantânea de forragem ($\mu=1.05$ kg de MS. 100 kg PV⁻¹) e taxa de acúmulo ($\mu=62.3$ kg de MS. dia⁻¹) entre tratamentos propostos ao longo dos três anos (Tabela 2). Porém, a carga animal ($P= 0.2$) e ganho de peso vivo por hectare ($P=0.5$), com a suplementação dos animais aumentou 145 kg.ha⁻¹ e 68 kg.ha⁻¹, respectivamente. O ganho de peso vivo por hectare por dia ($P=0.8$) não diferiu entre o tratamento SUP e o LEG, entretanto a suplementação proporcionou aumento de 0,78 kg de PV.ha⁻¹, ou seja, 28.05% a mais que o tratamento testemunha.

Tabela 2 - Análise descritiva da produção e composição estrutural da pastagem de aveia preta e azevém com suplementação ou em pastagem consorciada com leguminosa, para terminação de bovinos de corte em sistema de integração lavoura-pecuária.

Variáveis	Tratamentos			EP	P-value
	SUP	LEG	TEST		
Características quantitativas					
MF, kg MS. ha ⁻¹	1461.6	1317.7	1301.8	70.98	0.3118
OF, kg MS. Kg PV ⁻¹	1.08	1.06	1.01	0.09	0.3579
TAD	64.32	60.94	61.65	8.08	0.9091
Carga animal	1405.98 ^a	1261.0 ^b	1278.28 ^{ab}	95.89	0.2370
GPV.ha ⁻¹	384.47 ^a	316.31 ^b	287.58 ^b	29.61	0.5098
GPV.ha ⁻¹ .dia ⁻¹	3.54 ^a	2.94 ^{ab}	2.76 ^b	0.32	0.1188

Fonte: o autor (2022).

SUP= suplementação; LEG= leguminosa; TEST= testemunha; EP= erro padrão; P-value= probabilidade estatística; MF= massa de forragem (kg MS. ha⁻¹); OFI= oferta de forragem instantânea (kg MS. 100 kg PV⁻¹); TAD= taxa de acúmulo diária (kg MS. dia⁻¹); carga animal (kg. ha⁻¹); GPV = ganho de peso vivo (kg.ha⁻¹); médias seguidas de letras distintas, na mesma linha, diferem pelo teste de Tuckey a 5% de significância.

Não foram observadas diferenças ($P > 0.05$) para a participação da folha de aveia, folha de azevém, material morto, inflorescência e outros na composição estrutural da pastagem (Tabela 3). Entretanto, com relação a participação de colmo, verificou-se que com a inclusão de leguminosa, a estrutura da pastagem apresentou menor teor dessa fração (237.88 g.kg de MS⁻¹) e maior relação:folha colmo (1.57 g.kg de MS⁻¹), quando comparada com o tratamento suplementação. O tratamento TEST não diferiu dos demais para as duas variáveis em questão.

Tabela 3 - Composição estrutural da pastagem nos diferentes tratamentos experimentais aplicados (suplementação, leguminosa e testemunha) para a terminação de novilhos de corte sob pastagem de inverno em sistema de integração lavoura-pecuária.

Variáveis	Tratamentos			EP	P-value
	SUP	LEG	TEST		
Composição estrutural (g.kg de MS ⁻¹)					
Folha Aveia	182.37	156.95	199.41	19.44	0.6359
Folha Azevém	217.84	216.79	238.15	41.40	0.8850
Colmo	302.84 ^a	237.88 ^b	284.39 ^{ab}	10.36	0.2023
Leguminosa	0.00	64.50	0.00	12.03	0.3940
Material Morto	278.24	276.48	274.41	14.94	0.8752
Inflorescência	52.58	24.09	33.95	14.94	0.4906
Outros	1.60	10.38	8.81	6.93	0.6440
Relação F:C	1.32 ^b	1.57 ^a	1.53 ^{ab}	0.12	0.1938

Fonte: o autor (2022).

SUP= suplementação; LEG= leguminosa; TEST= testemunha; EP= erro padrão; P-value= probabilidade estatística; Relação F:C= relação folha:colmo; médias seguidas de letras distintas, na mesma linha, diferem pelo teste de Tuckey a 5% de significância.

Os animais que receberam suplementação apresentaram maior GMD (0.360 kg), peso de carcaça quente (27.63 kg) e fria (27.18 kg) e rendimento de carcaça quente (1.68%) e fria (1.60%) quando comparado aos animais dos demais tratamentos (Tabela 4). Já os animais que receberam leguminosas na pastagem apresentaram maior peso de carcaça quente (13.27 kg) do que os animais do tratamento testemunha. Nas demais variáveis a presença da leguminosa não influenciou nos resultados.

Tabela 4 - Desempenho e características da carcaça de animais terminados em pastagem de aveia e azevém com suplementação ou em pastagem consorciada com leguminosa, em sistema de integração lavoura-pecuária.

Variáveis	Tratamentos			EP	P-Value
	SUP	LEG	TEST		
PVi (kg)	413.58	415.53	410.14	4.56	0.7442
PVf (kg)	536.00 ^a	520.36 ^{ab}	500.08 ^b	3.78	0.2602
GMD (kg.dia ⁻¹)	1.40 ^a	1.19 ^b	1.04 ^b	0.06	0.0362
PCQ (kg)	287.11 ^a	272.75 ^b	259.48 ^c	3.78	0.1695
PCF (kg)	286.19 ^a	271.49 ^b	259.01 ^b	3.87	0.2558
RCQ (%)	53.56 ^a	52.27 ^b	51.88 ^b	0.36	0.1874
RCF (%)	53.40 ^a	52.10 ^b	51.80 ^b	0.36	0.1470
EG (mm)	5.57	4.73	4.54	0.41	0.2845

Fonte: o autor (2022).

SUP= suplementação; LEG= leguminosa; TEST= testemunha; EP= erro padrão; P-value= probabilidade estatística; PVi= peso vivo inicial; PVf= peso vivo final; GMD= ganho médio diário; PCQ= peso de carcaça quente; PCF= peso de carcaça fria; RCQ= rendimento de carcaça quente; RCF= rendimento de carcaça fria; médias seguidas de letras distintas, na mesma linha, diferem pelo teste de Tuckey a 5% de significância.

Para as características quantitativas da carcaça dos animais, não houve efeito dos tratamentos ($P > 0.05$) para a conformação da carcaça, comprimento de carcaça, espessura de coxão, comprimento de perna, perímetro de braço e quantidade de osso da carcaça (Tabela 5). A espessura de gordura não diferiu entre as dietas, porém a quantidade de gordura na carcaça foi 22% superior ($P < 0.05$) nos animais que receberam suplementação, quando comparado ao tratamento testemunha. Além de depositar uma maior quantidade de gordura, a suplementação também proporcionou uma maior deposição muscular ($P < 0.05$), cerca de 3.58% e 3.22%, respectivamente, em relação ao tratamento TEST.

Tabela 5 - Características quantitativas de carcaça de novilhos terminados em pastagem de aveia preta e azevém com suplementação, ou em pastagem consorciada com leguminosas, em sistema de integração lavoura-pecuária.

Variáveis	Tratamentos			EP	P-Value
	SUP	LEG	TEST		
Conformação	11.22	11.06	10.61	0.80	0.1761
CC (cm)	136.17	137.78	136.78	0.86	0.1638
EC (cm)	31.38	31.04	30.67	0.52	0.6538
CP (cm)	72.72	71.28	71.17	0.71	0.4023
PB (cm)	37.17	36.67	37.33	0.50	0.7874
CB (cm)	42.39	42.39	41.56	0.44	0.4522
AOL (cm ²)	70.83	69.25	66.59	0.56	0.3581
Músculo (%)	61.77 ^a	59.99 ^{ab}	58.55 ^b	4.55	0.6326
Gordura (%)	26.63 ^a	24.23 ^{ab}	23.05 ^b	3.01	0.1699
Osso (%)	14.48	13.99	14.60	1.09	0.3471

Fonte: o autor (2022).

SUP= suplementação; LEG= leguminosa; TEST= testemunha; EP= erro padrão; P-value= probabilidade estatística; CC= comprimento de carcaça; EC= espessura de coxa; CP= comprimento de perna; PB= perímetro de braço; CB= comprimento de braço; médias seguidas de letras distintas, na mesma linha, diferem pelo teste de Tuckey a 5% de significância.

A presença de leguminosa na pastagem e a suplementação dos animais não afetaram estatisticamente ($P>0.05$) a perda ao descongelamento e a cocção, coloração, maciez, palatabilidade, suculência, textura e a força de cisalhamento (Tabela 6). Além disso, os tratamentos também não afetaram as características químicas da carne de matéria seca ($P=0.7$), extrato etéreo ($P=0.5$) e proteína bruta ($P=0.7$).

Tabela 6 - Características físico-química da carne de animais terminados em pastagem de aveia preta e azevém com suplementação ou em pastagem consorciada com leguminosa, em sistema de integração lavoura-pecuária.

Variáveis	Tratamentos			EP	P-Value
	SUP	LEG	TEST		
Perda ao Descongelamento (%)	8.88	9.06	7.87	0.53	0.7438
Perda a Cocção (%)	16.00	19.54	15.94	1.40	0.6964
Luminosidade carne (L*)	42.60	42.68	41.67	0.20	0.5123
Vermelhidão carne (a*)	18.95	18.9	18.05	0.55	0.7916
Amarelo carne (b*)	5.08	4.67	4.22	0.37	0.5987
Maciez	6.80	6.55	7.02	0.23	0.5119
Palatabilidade	6.75	6.70	6.71	0.15	0.4543
Suculência	6.43	6.15	7.22	0.51	0.2050
Textura	3.69	3.61	3.56	0.13	0.5429
Marmoreio	5.06	3.72	3.61	0.63	0.2190
Força de cisalhamento (kgF)	6.61	5.41	5.15	0.47	0.5051
(g.kg MS ⁻¹)					
Matéria seca	272.90	265.47	269.46	5.68	0.6559
Extrato etéreo	123.56	116.89	145.38	18.84	0.5419
Proteína Bruta	131.16	134.00	129.28	3.69	0.6647

Fonte: o autor (2022).

SUP= suplementação; LEG= leguminosa; TEST= testemunha; EP= erro padrão; P-value= probabilidade estatística.

6 DISCUSSÃO

O incremento da produtividade dos animais, com a utilização da suplementação, foi observado no maior desempenho dos animais e na maior capacidade de suporte das pastagens, principais objetivos desta ferramenta nutricional (FRIZZO *et al.*, 2003; LISBINSKI *et al.*, 2019). Foi possível aumentar a carga animal em 128 kg de PV.ha⁻¹ e o ganho médio diário em 35%, correspondendo a 0.360 kg a mais por animal. O que proporcionou maior ganho por área (97 kg.ha⁻¹) e maior ganho por área por dia (0.780 kg.ha⁻¹.dia⁻¹). Arelovich *et al.* (2003) obtiveram um incremento de 21% no ganho médio diário dos animais, sob pastagens de inverno, quando estes foram suplementados com milho. Além disso, observaram um maior consumo de MS, devido a adição do concentrado, o que proporcionou a substituição parcial do consumo da forragem pelo concentrado.

O aumento na carga animal e, conseqüentemente, no ganho por área pode ser explicado pelo efeito substitutivo, onde o consumo de forragem reduz (DETMANN *et al.*, 2005), porém o consumo total de MS aumenta, inclusive, a quantidade de energia ingerida pelo animal (RITENHOUSE *et al.*, 1970), devido ao perfil do concentrado ofertado. Este efeito se deve à preferência dos microrganismos por carboidratos prontamente disponíveis, como é o caso do amido, presente no suplemento energético (RITENHOUSE *et al.*, 1970). Além disso, a adaptação dos microrganismos ao baixo pH ocasionado pelo perfil da dieta, reflete em maior número de bactérias amilolíticas, o que reduz a população de fibrolíticas (CATON *et al.*, 1997; NOZIE'RE *et al.*, 2010). Desta forma, diminuindo a digestão da parte fibrosa do alimento e, conseqüentemente, reduzindo o consumo de pasto.

Este efeito substitutivo foi observado por Barbizan *et al.* (2020), através de um aumento linear no consumo de matéria seca dos animais suplementados, porém com uma redução no tempo de pastejo, o que não afetou o ganho de peso médio diário, que foi crescente com a inclusão de suplemento, ou seja, quanto maior foi a oferta de suplemento, maior foi o ganho dos animais. Lisbinski *et al.* (2019) obtiveram uma taxa de lotação 15% maior quando os animais foram suplementados sobre pastagem de aveia, azevém e ervilhaca. Este efeito também está relacionado à qualidade nutricional da pastagem, segundo Caton *et al.* (1997) forragens com maior teor de

proteína bruta, apresentam efeito substitutivo mais intensivo e, neste caso, a pastagem apresentava 21.3% PB na MS.

Apesar do alto teor de PB apresentado nas pastagens, poucas espécies de microrganismos são capazes de obter energia a partir da proteína (SANTOS *et al.*, 2011). Assim, a suplementação disponibiliza substrato energético para as bactérias ruminais, aumentando o aproveitamento dos nutrientes (VAZ *et al.*, 2013) e o seu consumo. Este maior consumo de MS de alimento com maior degradabilidade, ocasiona aumento na taxa de passagem no trato gastrointestinal (DETMANN *et al.*, 2005), o que influencia diretamente o rendimento de carcaça quente. Os animais que receberam suplementação apresentaram rendimento de carcaça quente 4% maior que o tratamento controle. Além disso, o maior fornecimento de amido, aumenta a produção de ácidos graxos voláteis, os quais são fontes primárias para a gliconeogênese hepática, a qual se torna uma fonte de ATP, que é utilizado a nível muscular e, o remanescente é armazenado na forma de gordura (NOZIE'RE *et al.*, 2010; FRUET *et al.*, 2018). Por este motivo, os animais suplementados apresentaram maior percentual de músculo (3.22%) e gordura na carcaça (3.58%), quando comparado aos outros dois tratamentos.

Santin Júnior *et al.* (2021), em seu trabalho obtiveram 3.08% a mais no rendimento de carcaça, quando os animais foram suplementados com 0.8% do PV, quando comparado com animais que permaneceram em pastagem consorciada de aveia, azevém e trevo. As características de carcaça estão relacionadas ao desempenho dos animais, segundo Mullenix *et al.* (2018), o desempenho de animais sob pastagens consorciadas de gramíneas e leguminosas têm sido cada vez maiores, quando comparado com gramíneas em cultivo solteiro. Apesar das pastagens com leguminosas terem apresentado menor capacidade de suporte, a qualidade nutricional da pastagem possibilitou obter bom desempenho dos animais, no presente estudo.

Fruet *et al.* (2019) obtiveram ganho de peso médio diário de 1.20 kg.dia⁻¹ nos animais terminados em pastagem consorciada de gramíneas e leguminosas. Esta pastagem apresentou teor de proteína bruta de 20.9% na MS para a inclusão de aveia preta, azevém, trevo branco e trevo vermelho. Este mesmo teor de proteína foi encontrado para os distintos tratamentos do presente trabalho (21.4%). A qualidade nutricional do pasto semelhante entre os tratamentos pode justificar a ausência de diferenças significativas para o desempenho dos animais. Sturludóttir *et al.* (2013) em

seu trabalho observou que com a presença de leguminosas, o teor de proteína aumentou em relação ao cultivo solteiro de gramíneas, diferente do observado no presente experimento. A quantidade de leguminosa presente na pastagem pode ter interferido nesse resultado. Vonz *et al.* (2021) observaram maior GMD quando a leguminosa estava presente na quantidade de 130 g.kg de MS⁻¹, não observando diferença quando a presença da leguminosa foi de 80 g.kg de MS⁻¹. No presente estudo, na média dos 3 anos, a presença da leguminosa foi de apenas 64.5 g. kg de MS⁻¹.

Apesar da pouca participação da leguminosa, ela foi capaz de aumentar em 10% o GPV.ha⁻¹, quando comparado ao cultivo de gramíneas, este efeito se deve principalmente a maior presença de nutrientes por área ocasionado pela presença da leguminosa (SILVA *et al.*, 2022). Em sistema de integração lavoura-pecuária o efeito da inclusão da leguminosa engloba, além do melhor desempenho animal, um efeito a longo prazo sobre a estrutura e a fertilidade do solo, além de afetar, positivamente, a produção de grãos (NIE *et al.*, 2016). Segundo Souza Filho *et al.* (2019) o adequado manejo dos sistemas de integração lavoura-pecuária é essencial para aumentar a produtividade animal, bem como reduzir o impacto ambiental.

A pastagem, de forma geral, apresentou teores de FDN (46% na MS) e FDA (26.5% na MS), que não variaram entre os tratamentos. Demonstrando, desta forma, que as pastagens estavam com alta qualidade nutricional. Esses valores estão relacionados ao enchimento ruminal dos animais semelhante, em termos de teor de FDN, assim como a digestibilidade, que está relacionada a FDA (VAN SOEST, 1994), tendo em vista a pastagem. O teor de FDN está relacionado ao tempo de permanência do alimento dentro do TGI, neste sentido animais suplementados tendem a buscar por alimentos mais digestíveis. No estudo de Frizzo *et al.* (2003) quando os animais receberam quantidades crescentes de suplemento, houve aumento no consumo de folhas de azevém.

Neste experimento nota-se que a proporção de colmo no tratamento suplementação foi superior, assim como a relação folha:colmo foi inferior, podendo demonstrar uma maior seleção por parte destes animais. Além disso, com o fornecimento do suplemento e a substituição do consumo do pasto, há uma sobra de forragem, fazendo com que a planta acelere seu ciclo reprodutivo. Neste sentido, o

tratamento SUP apresentou 55% a mais de inflorescência, quando comparado ao TEST.

A qualidade nutricional da pastagem consorciada com leguminosa permitiu obter GPV.ha⁻¹.dia⁻¹ satisfatório, além de um ganho de peso vivo 28 kg a mais quando comparado ao tratamento controle. Este melhor desempenho acarretou peso de abate semelhante entre os animais dos dois tratamentos. Neste contexto, em relação as avaliações de carcaça, peso de carcaça quente e fria e, rendimento de carcaça quente e fria, a inclusão da leguminosa apresentou resultados semelhantes ao tratamento testemunha e inferiores a suplementação. O menor rendimento de carcaça pode ser explicado, dentre outros fatores, pelo tempo de digestão da dieta, fazendo com que o esvaziamento do trato gastrointestinal seja mais lento, quando com parado ao suplemento. Em relação a espessura de gordura e a gordura na carcaça, não houve diferença entre os tratamentos. Wright *et al.* (2015) em seu trabalho também não observaram diferença para espessura de gordura, em animais terminados sob pastagem de gramíneas e leguminosas, suplementados ou não.

Em relação as perdas ao descongelamento e a cocção da carne, estas estão relacionadas a capacidade da molécula de água se ligar a carne e, está é diretamente afetada pela quantidade de gordura presente na carne, quanto maior a quantidade de gordura menor a quantidade de água (WARNER, 2017). Ainda, segundo este autor, durante o processo de descongelamento há perda de fluído extracelular, já durante o cozimento a perda de água se dá pela desnaturação das proteínas e pelo encolhimento da fibra muscular. Apesar da quantidade de gordura na carcaça ter sido superior para o tratamento SUP, o marmoreio foi semelhante para todos os tratamentos, acarretando ausência de diferença entre as dietas propostas para a perda ao descongelamento e a cocção, além da suculência que foi igual. Fruet *et al.* (2018) também não observou diferenças na perda ao descongelamento e a cocção quando comparou pastagens com leguminosa e inclusão da suplementação.

A maciez da carne, principal característica qualitativa, também pode ser determinada de forma objetiva através da força de cisalhamento (SHACKELFORD *et al.*, 1991; DESTEFANIS *et al.*, 2008). Neste experimento não foram encontradas diferenças para esta característica. Realini *et al.* (2004) também não obteve diferença na força de cisalhamento da carne comparando animais mantidos em regime de pastejo e suplementados. Esta é uma característica afetada por muitos fatores

relacionados ao animal, como a genética e idade, semelhante em todos os tratamentos, e fatores externos, como a dieta (DESTEFANIS *et al.*, 2008), que parecem não terem sido diferentes suficientes para afetar essa característica.

A carne produzida à pasto tende a ser mais escura, quando comparada com sistemas mais intensivos, pela dieta dos animais e a maior proporção de fibras oxidativas (RAES *et al.*, 2003). Porém, a principal diferença é na coloração da gordura, animais terminados em regimes mais intensivos tendem a ter gordura mais branca. Já animais terminados em sistemas mais extensivos tendem a apresentar gordura mais amarelada devido, principalmente, ao betacaroteno presente no pasto (WRIGHT *et al.*, 2015; SANTIN JÚNIOR *et al.*, 2021). A utilização da suplementação, não alterou a coloração da carne dos animais, provavelmente pelo período curto de utilização.

As características de carcaça e carne dos animais podem ser afetadas pela genética dos animais e pela dieta a eles ofertada (TURNER *et al.*, 2014). Neste trabalho não foram observadas diferenças na conformação, CP, EC, CP, PB e CB, o que pode ser justificado pela mesma genética dos animais e idade muito similar, assim como pela ausência de efeito da alimentação sob estas características. Também não foram observadas diferenças, entre os tratamentos, nas características química da carne dos animais.

7 CONCLUSÃO

A suplementação permitiu maior ganho de peso vivo por hectare, ganho médio diário dos animais, peso de carcaça quente e o rendimento de carcaça quente. Já as características relacionadas a composição química da carne, características métricas e quantitativas não foram afetadas pela inclusão do concentrado na dieta dos animais. Estas características também não foram influenciadas pela inclusão da leguminosa, que apresentou resultados similares ao tratamento testemunha, com exceção do peso de carcaça quente, que foi maior. A inclusão da suplementação ou da leguminosa na dieta dos animais não afeta a qualidade nutricional da carne, assim como as características organolépticas e a qualidade química da carne. Estas são alternativas eficientes para a terminação dos animais, sendo opções dependendo do valor do suplemento.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As alternativas propostas, para a terminação de bovinos de corte, sob sistema de integração lavoura-pecuária, se demonstraram eficientes. Porém a suplementação foi superior, principalmente, na carga animal, pois possibilitou alocar mais animais por área, sendo possível colocar, por hectare, 127.7 kg a mais de peso vivo. Além disso, foi possível produzir carcaças mais pesadas (35.2 kg) e com um rendimento superior (1.68% superior), sendo esta uma característica muito importante, já que muitos produtores recebem pelo peso de carcaça quente.

Em relação a leguminosa, esta assegurou bom desempenho dos animais, apesar de tolerar uma carga animal mais baixa, quando comparado ao tratamento controle, composto apenas por gramíneas. Porém, o ganho de peso por área por dia e o peso final dos animais não diferiu entre este a leguminosa e a suplementação, demonstrando, desta forma, a alta qualidade nutricional da pastagem consorciada. Foi observado um $GPV.ha^{-1}.dia^{-1}$ 180g superior e um peso final superior em 20.28 kg, frente ao tratamento controle.

Com os tratamentos impostos, não foram observadas diferenças, ou seja, a inclusão da leguminosa e da suplementação não afetaram as características organolépticas e químicas da carne dos animais. Sendo assim, podem ser incluídas sem alteração no produto final, a carne. O que foi possível observar, é que os animais que permaneceram no grupo controle apresentaram teor de extrato etéreo, na carne, superior aos demais. Isto pode ser justificado pela maturação fisiológica e a oferta de nutrientes a partir da alimentação. Ou seja, animais que receberam um maior aporte de nutrientes apresentaram uma menor deposição de gordura, pois a sua demanda energética para crescimento muscular ainda estava sendo atendida.

Outro ponto, que apesar de não ter dado respostas significativas, porém é importante e valorizado pelo mercado, é o marmoreio. Os animais que receberam suplementação apresentaram 1.45 pontos de marmoreio a mais que os demais tratamentos. Além disso, a força de cisalhamento, sob a carne desses animais, foi superior em 1.40 kgF. O que pode ser justificado através da maior proporção de músculo na carcaça e a necessidade de mais estruturas de sustentação, as quais, tendem a tornar a carne mais firme.

De uma forma geral, os resultados obtidos com a inclusão da leguminosa são intermediários a suplementação e o cultivo apenas de gramíneas, assim esta pode ser uma alternativa quando o valor dos concentrados está alto. Além disso, a longo prazo as respostas ambientais podem ser favoráveis à sua utilização da leguminosa, principalmente pela característica de fixação de nitrogênio.

Referências

- Aguinaga, A. A. Q., Carvalho, P. C. D. F., Anghinoni, I., Pilau, A., Aguinaga, A. J. Q., Gianluppi, G. D. F. (2008). **Morphological components and forage production of oat (*Avena strigosa*, Schreb) and annual ryegrass (*Lolium multiflorum*, Lam) pasture managed at different heights**. Revista Brasileira de Zootecnia, 37(9), 1523-1530.
- Almeida, J. G. R., Dall-Orsoletta, A. C., Oziemblowski, M. M., Michelon, G. M., Bayer, C., Edouard, N., & Ribeiro-Filho, H. M. N. (2020). **Carbohydrate-rich supplements can improve nitrogen use efficiency and mitigate nitrogenous gas emissions from the excreta of dairy cows grazing temperate grass**. Animal, 1–12. doi:10.1017/s1751731119003057
- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., de Moraes Gonçalves, J. L., & Sparovek, G. (2013). **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, 22(6), 711–728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- AOAC – Association of Official Analytical Chemistry, 1997. **Official Methods of Analysis**, 15th ed. AOAC, International, Gaithersburg, MD.
- Aranha, A. S., Andrighetto, C., Lupatini, G. C., Mateus, G. P., Ducatti, C., Roça, R. O., ... Athayde, N. B. (2018). **Performance, carcass and meat characteristics of two cattle categories finished on pasture during the dry season with supplementation in different forage allowance**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 70(2), 517–524. doi:10.1590/1678-4162-9576
- Arelovich, H. M., Arzadún, M. J., Laborde, H. E., & Vasquez, M. G. (2003). **Performance of beef cattle grazing oats supplemented with energy, escape protein or high-quality hay**. Animal Feed Science and Technology, 105(1–4), 29–42. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(03\)00045-2](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(03)00045-2)
- Barbizan, M., Valente, E. E. L., Damasceno, M. L., Lopes, S. A., Tanaka, E. de S., Barros, C. P., & Melo, B. V. R. (2020). **Balanced protein/energy supplementation plan for beef cattle on tropical pasture**. Livestock Science, 241. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104211>
- Barneze, A. S., Whitaker, J., McNamara, N. P., & Ostle, N. J. (2020). **Legumes increase grassland productivity with no effect on nitrous oxide emissions**. Plant and Soil, 446(1–2), 163–177. <https://doi.org/10.1007/s11104-019-04338-w>
- BHERING, SB, Dos Santos, HG, Manzatto, CV, Bognola, IA, Fasolo, PJ, de Carvalho, AP, ... & Curcio, GR (2007). **Mapa de solos do estado do Paraná**. Embrapa Solos- Documentos (INFOTECA-E).
- Brooker, R. W., Bennett, A. E., Cong, W. F., Daniell, T. J., George, T. S., Hallett, P. D., Hawes, C., Iannetta, P. P. M., Jones, H. G., Karley, A. J., Li, L., McKenzie, B. M., Pakeman, R. J., Paterson, E., Schöb, C., Shen, J., Squire, G., Watson, C. A., Zhang, C., ... White, P. J. (2015). **Improving intercropping: A synthesis of research in agronomy, plant physiology and ecology**. In New Phytologist (Vol. 206, Issue 1, pp. 107–117). <https://doi.org/10.1111/nph.13132>

- Campbell, Y. A. G. (1966). Grazed pasture parameters. I. Pasture dry-matter production and availability in a stocking rate and grazing management experiment with dairy cows. In *J. agric. Sci., Camb* (Vol. 67).
- Cardoso, A. da S., Barbero, R. P., Romanzini, E. P., Teobaldo, R. W., Ongaratto, F., Fernandes, M. H. M. da R., ... Reis, R. A. (2020). **Intensification: A Key Strategy to Achieve Great Animal and Environmental Beef Cattle Production Sustainability in Brachiaria Grasslands**. *Sustainability*, 12(16), 6656. doi:10.3390/su12166656
- Carvalho, P.C.F., Savian, J.V., Chiesa, T.D., Souza Filho, W., Terra, J.A., Pinto, P., Martins, A.P., Villarino, S., Trindade, J.K., Nunes, P.A.A., Piñeiro, G. **Land-use intensification trends in the rio de la plata region of south america: toward specialization or recoupling crop and livestock production**. *Frontiers of Agricultural Science and Engineering*, 2021, 8(1): 97–110 <https://doi.org/10.15302/j-fase-2020380>
- Carvalho, P. C. de F., Peterson, C. A., Nunes, P. A. de A., Martins, A. P., de Souza Filho, W., Bertolazi, V. T., ... Anghinoni, I. (2018). **Animal production and soil characteristics from integrated crop-livestock systems: toward sustainable intensification**. *Journal of Animal Science*. doi:10.1093/jas/sky085
- Caton, J. S., & Dhuyvetter, D. V. (1997). **Influence of energy supplementation on grazing ruminants: requirements and responses**. *Journal of Animal Science*, 75(2), 533. doi:10.2527/1997.752533x
- César, P., Carvalho, F., Teixeira, D., Santos, D., Gonçalves, E. N., de Moraes, A., & Nabinger, C. (n.d.). CAPÍTULO 16 FORRAGEIRAS DE CLIMA TEMPERADO.
- Brummer, E.C, & Moore, K. J. (2000). **Persistence of Perennial Cool-Season Grass and Legume Cultivars under Continuous Grazing by Beef Cattle**. In *J* (Vol. 92).
- Dall-Orsoletta, A. C., Almeida, J. G. R., Oziemblowski, M. M., & Ribeiro-Filho, H. M. N. (2020). **Corn supplementation on milk urea nitrogen content of dairy cows grazing on temperate annual pasture**. *Ciencia Rural*, 50(2). <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20190077>
- Del Campo, M., Brito, G., de Lima, J. M. S., Martins, D. V., Sañudo, C., Julián, R. S., Hernández, P., & Montossi, F. (2008). **Effects of feeding strategies including different proportion of pasture and concentrate, on carcass and meat quality traits in Uruguayan steers**. *Meat Science*, 80(3), 753–760. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.03.026>
- 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, 74–82. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.11.004>
- Destefanis, G., Brugiapaglia, A., Barge, M. T., & Dal Molin, E. (2008). **Relationship between beef consumer tenderness perception and Warner-Bratzler shear force**. *Meat Science*, 78(3), 153–156. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.05.031>
- Detmann, E., Valente, É. E. L., Batista, E. D., & Huhtanen, P. (2014). **An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical**

grass pastures with supplementation. *Livestock Science*, 162(1), 141–153. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.01.029>

Detmann, E., Paulino, M. F., Cecon, P. R., Valadares Filho, S. D. C., Zervoudakis, J. T., Cabral, L. D. S., ... & Ponciano, N. J. (2005). **Níveis de proteína em suplementos para terminação de bovinos em pastejo durante o período de transição seca/águas: consumo voluntário e trânsito de partículas.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34(4), 1371-1379.

Dick, M., Abreu da Silva, M., Franklin da Silva, R. R., Lauz Ferreira, O. G., de Souza Maia, M., Ferreira de Lima, S., Borges de Paiva Neto, V., & Dewes, H. (2021). **Environmental impacts of Brazilian beef cattle production in the Amazon, Cerrado, Pampa, and Pantanal biomes.** *Journal of Cleaner Production*, 311. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127750>

Duan, C., Shi, P., Zong, N., Wang, J., Song, M., & Zhang, X. (2019). **Feeding solution: Crop-livestock integration via crop-forage rotation in the southern Tibetan Plateau.** *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 284. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106589>

Duchini, P. G., Guzatti, G. C., Ribeiro-Filho, H. M. N., & Sbrissia, A. F. (2016). **Intercropping black oat (*Avena strigosa*) and annual ryegrass (*Lolium multiflorum*) can increase pasture leaf production compared with their monocultures.** *Crop and Pasture Science*, 67(5), 574–581. <https://doi.org/10.1071/CP15170>

EUCLIDES, V.P.B; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.P. **Avaliação de diferentes métodos de amostragem para estimar o valor nutritivo de forragens sob pastejo.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.21, n.4, p.691-701, 1992.

Ferraz, J. B. S., & Felício, P. E. de. (2010). **Production systems - An example from Brazil.** In *Meat Science* (Vol. 84, Issue 2, pp. 238–243). <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.06.006>

Figueiredo, E. B., Jayasundara, S., de Oliveira Bordonal, R., Berchielli, T. T., Reis, R. A., Wagner-Riddle, C., & la Scala, N. (2017). **Greenhouse gas balance and carbon footprint of beef cattle in three contrasting pasture-management systems in Brazil.** *Journal of Cleaner Production*, 142, 420–431. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.132>

Frizzo, A., Rocha, M. G. da, Restle, J., Montagner, D. B., Freitas, F. K. de, & Santos, D. T. dos. (2003). **Suplementação energética na recria de bezerras de corte mantidas em pastagem de inverno.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32(3), 643–652. doi:10.1590/s1516-35982003000300016

Fruet, A. P. B., Stefanello, F. S., Trombetta, F., de Souza, A. N. M., Rosado Júnior, A. G., Tonetto, C. J., Flores, J. L. C., Scheibler, R. B., Bianchi, R. M., Pacheco, P. S., de Mello, A., & Nörnberg, J. L. (2019a). **Growth performance and carcass traits of steers finished on three different systems including legume-grass pasture and grain diets.** *Animal*, 13(7), 1552–1562. <https://doi.org/10.1017/S1751731118003142>

Fruet, A. P. B., Trombetta, F., Stefanello, F. S., Speroni, C. S., Donadel, J. Z., de Souza, A. N. M., Rosado Júnior, A., Tonetto, C. J., Wagner, R., de Mello, A., & Nörnberg, J. L. (2018). **Effects of feeding legume-grass pasture and different**

concentrate levels on fatty acid profile, volatile compounds, and off-flavor of the *M. longissimus thoracis*. Meat Science, 140, 112–118. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.03.008>

GBIOMET – Grupo de Estudos em Biometeorologia. **Boletim agrometeorológico.** Disponível em: < <http://www.gebiomet.com.br/>>. Acesso em 09 de fevereiro de 2022.

HANKINS, O.G.; HOWE, P.E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts.** Washington, D.C.:USDA (Technical Bulletin, USDA), n.926, p.21. 1946

Hammond, K. J., Hoskin, S. O., Burke, J. L., Waghorn, G. C., Koolaard, J. P., & Muetzel, S. (2011). **Effects of feeding fresh white clover (*Trifolium repens*) or perennial ryegrass (*Lolium perenne*) on enteric methane emissions from sheep.** Animal Feed Science and Technology, 166–167, 398–404. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.028>

Herrero, M., Thornton, P. K., Notenbaert, A. M., Wood, S., Msangi, S., Freeman, H. A., ... Rosegrant, M. (2010). **Smart Investments in Sustainable Food Production: Revisiting Mixed Crop-Livestock Systems.** Science, 327(5967), 822–825. doi:10.1126/science.1183725

Honikel, K. O. (1998). **Reference Methods for the Assessment of Physical Characteristics of Meat.** In Meat Science (Vol. 49, Issue 4).

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017. **Censo Agropecuário.** Disponível em: < <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>>. Acesso em 09 de fevereiro de 2022.

Komarek, AR (1994). **Patente dos EUA No. 5.370.007** . Washington, DC: Escritório de Patentes e Marcas Registradas dos EUA.

Kunrath, T. R., Cadenazzi, M., Brambilla, D. M., Anghinoni, I., Moraes, A. de, Barro, R. S., & Carvalho, P. C. de F. (2014). **Management targets for continuously stocked mixed oat×annual ryegrass pasture in a no-till integrated crop-livestock system.** European Journal of Agronomy, 57, 71–76. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.09.013>

Kunrath, T. R., Nunes, P. A. de A., de Souza Filho, W., Cadenazzi, M., Bremm, C., Martins, A. P., & Carvalho, P. C. de F. (2020). **Sward height determines pasture production and animal performance in a long-term soybean-beef cattle integrated system.** Agricultural Systems, 177. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102716>

Laroca, J. V. dos S., de Souza, J. M. A., Pires, G. C., Pires, G. J. C., Pacheco, L. P., da Silva, F. D., Wruck, F. J., Carneiro, M. A. C., Silva, L. S., & de Souza, E. D. (2018). **Soil quality and soybean productivity in crop-livestock integrated system in no-tillage.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, 53(11), 1248–1258. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X20180011000007>

Layek, J., Das, A., Mitran, T., Nath, C., Meena, R. S., Yadav, G. S., Shivakumar, B. G., Kumar, S., & Lal, R. (2018). **Cereal+Legume Intercropping: An Option for Improving Productivity and Sustaining Soil Health.** In Legumes for Soil Health and Sustainable Management (pp. 347–386). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-0253-4_11

- Lazzarotto, E. F. C.O., Menezes, L. F. G., Paris, W., Molinete, M. L., Schmitz, G. R., Baraviera, J. H. I., Farenzena, R., & de Paula, A. L. (2019). **Backgrounding steers on temperate grasses mixed with vetch and/or using energy supplementation.** *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32(6), 800–807. <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0603>
- Li, L., Tilman, D., Lambers, H., & Zhang, F. S. (2014). **Plant diversity and overyielding: Insights from belowground facilitation of intercropping in agriculture.** In *New Phytologist* (Vol. 203, Issue 1, pp. 63–69). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1111/nph.12778>
- Li, Y., Ran, W., Zhang, R., Sun, S., & Xu, G. (2009). **Facilitated legume nodulation, phosphate uptake and nitrogen transfer by arbuscular inoculation in an upland rice and mung bean intercropping system.** *Plant and Soil*, 315(1-2), 285–296. doi:10.1007/s11104-008-9751-9
- Lisbinski, E., Ronsani, R., de Assis Farias, J., Paris, W., Farenzena, R., Stanqueviski, F., & de Menezes, L. F. G. (2019). **Performance and ingestive behavior of steers on integrated system using legume and/or energy supplementation.** *Tropical Animal Health and Production*, 51(1), 205–211. <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1678-4>
- Lobato, J. F. P., Freitas, A. K., Devincenzi, T., Cardoso, L. L., Tarouco, J. U., Vieira, R. M., Dillenburg, D. R., & Castro, I. (2014). **Brazilian beef produced on pastures: Sustainable and healthy.** *Meat Science*, 98(3), 336–345. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.022>
- Luz, P. A. C., Andrighetto, C., Lupatini, G. C., Aranha, H. S., Trivelin, G. A., Mateus, G. P., Santos, C. T., Francisco, C. de L., Castilhos, A. M., & Jorge, A. M. (2019). **Effect of integrated crop-livestock systems in carcass and meat quality of Nellore cattle.** *Livestock Science*, 220, 83–92. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.11.018>
- Mullenix, M. K., & Rouquette, F. M. (2018). REVIEW: **Cool-season annual grasses or grass-clover management options for extending the fall-winter-early spring grazing season for beef cattle**¹. In *Professional Animal Scientist* (Vol. 34, Issue 3, pp. 231–239). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.15232/pas.2017-01714>
- Muoni, T (2019). **Integrating legumes in mixed crop-livestock systems in east Africa: Farmers' perceptions, ecosystem services and support for decision making.** Diss. (sammanfattning/summary) Uppsala : Sveriges lantbruksuniv., Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, 1652-6880
- Murray, J. D., Liu, C. W., Chen, Y., & Miller, A. J. (2017). **Nitrogen sensing in legumes.** In *Journal of Experimental Botany* (Vol. 68, Issue 8, pp. 1919–1926). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/jxb/erw405>
- Moraes, A., Carvalho, P. C. de F., Anghinoni, I., Lustosa, S. B. C., Costa, S. E. V. G. de A., & Kunrath, T. R. (2014). **Integrated crop-livestock systems in the Brazilian subtropics.** *European Journal of Agronomy*, 57, 4–9. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.10.004>
- MOTT, G.O.; LUCAS, H.L. **The design conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures.** In: *International Grassland Congress. Proceedings Pennsylvania.* State College Press, p. 1380-1395. 1952.

MÜLLER, L. **Técnicas para determinar la composición de la canal**. In: Memoria de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal, Guadalajara: ALPA, p.75, 1973.

MÜLLER, L. **Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaça de novilhos**. 2ª ed. Santa Maria: Imprensa Universitária, p.31. 1987.

Nie, Z., McLean, T., Clough, A., Tocker, J., Christy, B., Harris, R., ... McCaskill, M. (2016). **Benefícios, desafios e oportunidades de sistemas integrados de lavoura-pecuária e sua aplicação potencial na zona de alta pluviosidade do sul da Austrália: Uma revisão**. *Agricultura, Ecosistemas e Meio Ambiente*, 235, 17–31. doi:10.1016/j.agee.2016.10.002

Nozière, P., Ortigues-Marty, I., Loncke, C., & Sauvant, D. (2010). **Carbohydrate quantitative digestion and absorption in ruminants: From feed starch and fibre to nutrients available for tissues**. *Animal*, 4(7), 1057–1074. <https://doi.org/10.1017/S1751731110000844>

Palit, P., Kudapa, H., Zougmore, R., Kholova, J., Whitbread, A., Sharma, M., & Varshney, R. K. (2020). **An integrated research framework combining genomics, systems biology, physiology, modelling and breeding for legume improvement in response to elevated CO2 under climate change scenario**. *Current Plant Biology*, 100149. doi:10.1016/j.cpb.2020.100149

Patino, H. O., Medeiros, F. S., Pereira, C. H., Swanson, K. C., & McManus, C. (2014). **Productive performance, meat quality and fatty acid profile of steers finished in confinement or supplemented at pasture**. *Animal*, 9(6), 966–972. <https://doi.org/10.1017/S1751731115000105>

Pereira, F. C., Filho, L. C. P. M., Kazama, D. C. da S., & Júnior, R. G. (2020). **Black oat grown with common vetch improves the chemical composition and degradability rate of forage**. *Acta Scientiarum - Animal Sciences*, 42(1), 1–6. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v42i1.49951>

Pizzuti LAD, Alves Filho DC, Brondani IL, da Silva Freitas, L, Metz PAM, Callegaro AM, Pacheco RF, Pereira, LB. (2012). **Production parameters and forage loss of oat and rye grass pastures managed with beef heifers fed diets with energy supplementation**. *Revista Brasileira de Zootecnia* v.41, n.8, p.1928-1936.

Pravia, M. V., Kemanian, A. R., Terra, J. A., Shi, Y., Macedo, I., & Goslee, S. (2019). **Soil carbon saturation, productivity, and carbon and nitrogen cycling in crop-pasture rotations**. *Agricultural Systems*, 171, 13–22. doi:10.1016/j.agry.2018.11.001

Raes, K., Balcaen, A., Dirinck, P., de Winne, A., Claeys, E., Demeyer, D., & de Smet, S. (2003). **Meat quality, fatty acid composition and flavour analysis in belgian retail beef**. *Meat Science*, 65(4), 1237–1246. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00031-7](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00031-7)

Realini, C. E., Duckett, S. K., Brito, G. W., Dalla Rizza, M., & de Mattos, D. (2004). **Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef**. *Meat Science*, 66(3), 567–577. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(03\)00160-8](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(03)00160-8)

Reis, R. A., Ruggieri, A. C., Casagrande, D. R., & Gomes Páscoa, A. (2009). **Revista Brasileira de Zootecnia Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens**. www.sbz.org.br

Rittenhouse, L. R., Clanton, D. C., & Streeter, C. L. (1970). **Intake and digestibility of winter-range forage by cattle with and without supplements.** <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/31/6/1215/4698649>

Santin Jr, IA, Lima, HL, Mateus, KA *et al.* (2021). **Qualidade da carcaça e da carne de novilhos Angus jovens com diferentes potencialidades de crescimento terminados exclusivamente a pasto ou suplementados com milho.** *Tropical Animal Health Production* 53, 521. <https://doi.org/10.1007/s11250-021-02965-z>

SAS Institute. SAS User's Guide: Statistics. Cary. 956p. 2000

SHACKELFORD, S. D., MORGAN, J. B., CROSS, H. R., & SAVELL, J. W. (1991). **Identification of threshold levels for warner-bratzler shear force in beef top loin steaks.** *Journal of Muscle Foods*, 2(4), 289–296. doi:10.1111/j.1745-4573.1991.tb00461.x

Silva LS, Laroca JVS, Coelho AP, Gonçalves EC, Gomes RP, Pacheco LP, Carvalho PCF, Pires GC, Oliveira RL, Souza JMA, Freitas CM, Cabral CEA, Wruck FJ, Souza ED. (2022). **Does grass-legume intercropping change soil quality and grain yield in integrated crop-livestock systems?** *Soil Ecology* 170. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2021.104257>

Souza Filho, W., Nunes, P. A. de A., Barro, R. S., Kunrath, T. R., de Almeida, G. M., Genro, T. C. M., Bayer, C., & de Faccio Carvalho, P. C. (2019). **Mitigation of enteric methane emissions through pasture management in integrated crop-livestock systems: Trade-offs between animal performance and environmental impacts.** *Journal of Cleaner Production*, 213, 968–975. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.245>

Stark, F., González-García, E., Navegantes, L. et al. **Crop-livestock integration determines the agroecological performance of mixed farming systems in Latino-Caribbean farms.** *Agron. Sustain. Dev.* 38, 4 (2018). <https://doi.org/10.1007/s13593-017-0479-x>

Sturludóttir, E., Brophy, C., Bélanger, G., Gustavsson, A.-M., Jørgensen, M., Lunnan, T., & Helgadóttir, Á. (2013). **Benefits of mixing grasses and legumes for herbage yield and nutritive value in Northern Europe and Canada.** *Grass and Forage Science*, 69(2), 229–240. doi:10.1111/gfs.12037

Szymczak, L. S., Carvalho, P. C. de F., Lurette, A., Moraes, A. de, Nunes, P. A. de A., Martins, A. P., & Moulin, C. H. (2020). **System diversification and grazing management as resilience-enhancing agricultural practices: The case of crop-livestock integration.** *Agricultural Systems*, 184. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102904>

Tambara, A. A. C., Sippert, M. R., Jauris, G. C., Flores, J. L. C., Henz, É. L., & Velho, J. P. (2017). **Produção e composição bromatológica de gramíneas e leguminosas cultivadas de forma estreme, misturadas ou em consórcio.** *Acta Scientiarum - Animal Sciences*, 39(3), 235–241. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v39i3.34661>

Torreilhas, J. A., Vito, E. S., Fiorentini, G., Castagnino, P. de S., Simioni, T. A., Lage, J. F., ... Berchielli, T. T. (2021). **Effects of supplementation strategies during the growing phase on meat quality of beef cattle finished in different systems.** *Livestock Science*, 247, 104465. doi:10.1016/j.livsci.2021.104465

- Turner, K. E., Belesky, D. P., Cassida, K. A., & Zerby, H. N. (2014). **Carcass merit and meat quality in Suffolk lambs, Katahdin lambs, and meat-goat kids finished on a grass-legume pasture with and without supplementation.** *Meat Science*, 98(2), 211–219. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.002>
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A., 1991. **Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition.** *Journal Dairy Science*. 74, 3583–3597.
- Van Soest, P.J., 1994. **Nutritional Ecology of the Ruminant**, 2nd ed. Cornell University Press, NY, USA, 80.
- Vaz, R., Fernando, J., Lobato, P., & Pacheco, P. S. (2013). **Performance of Braford steers grazing on cultivated pastures and fed or not fed an energy supplement.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.42, n.2, p.130-136.
- Vonz, D; Menezes, LFG; Paris, W; Kuss, F; Silveira, MF; Venturini, T; Stanqueviski, F; Boito, B (2021). **Comunicação curta: Desempenho de novilhos alimentados a pasto recebendo diferentes taxas de sementeira de ervilhaca em sistema integrado lavoura-pecuária.** *Revista Espanhola de Pesquisa Agropecuária*, Volume 19, Número 1, e06SC01. <https://doi.org/10.5424/sjar/2021191-15259>
- Warner, R. D. (2017). **The Eating Quality of Meat—IV Water-Holding Capacity and Juiciness.** *Lawrie's Meat Science*, 419–459. doi:10.1016/b978-0-08-100694-8.00014-5
- WILM, H.G.; COSTELLO, D.F.; KLIPPLE, G.E. 2009. *Journal of American Society of Agronomy*, Madison, v. 36, p.194-203, 1944.

APÊNDICE A – Fotos do experimento

