

Impacto da suplementação alimentar e desempenho animal sob a perspectiva da análise de componente principal

Impact of Dietary Supplementation and Animal Performance from the Perspective of Principal Component Analysis

Gustavo Pagno¹, Mirella Danna², Otávio Francé³, Rusbel Raul Aspilcueta Borquis⁴

RESUMO

Objetivo do estudo foi avaliar terminação do desempenho dos novilhos em pastagem de aveia e azevém consorciada ou não com leguminosa, com ou sem suplementação em sistema de integração lavoura-pecuária. Foram analisados três anos de pesquisa no setor de Bovinocultura de corte do Núcleo de Ensino e Pesquisa em Ruminantes (NEPRu) da UTFPRDV. Foram aplicados três tratamentos distintos: testemunha, leguminosa e suplementação, com três repetições (piquetes) para cada ano de avaliação. A Análise de Componente Principal (ACP) foi utilizada para explorar a interação entre variáveis, como Peso Vivo ao Abate (PAB), Peso da Carcaça Quente (PCQ) e Peso da Carcaça Fria (PCF), em relação a esses tratamentos. O componente principal (PC1) destacou-se, explicando aproximadamente 53,64% da variabilidade total, demonstrando sua influência nas condições experimentais e nos tratamentos aplicados. Ao longo da pesquisa, foram identificadas correlações significativas entre o PC1 e variáveis essenciais, ressaltando a relevância desses fatores no desempenho dos animais sob diferentes tratamentos. Adicionalmente, outros componentes (PC2, PC3, PC4 e PC5) contribuíram para a explicação da variabilidade, considerando nuances específicas das condições experimentais e dos tratamentos adotados. A análise desses resultados fornece percepções fundamentais para otimizar a produção de carne bovina em diferentes tratamentos. A análise de componentes principais revelou diferenças substanciais entre os tratamentos, controle e suplementação, em todas as variáveis em estudo, exceto na variável associada aos ossos, enquanto o tratamento com leguminosa demonstrou um comportamento intermediário.

PALAVRAS-CHAVE: Análise de Componente Principal; suplementação; terminação de gado de corte; leguminosa; pastagem temperada;

ABSTRACT

The study aimed to evaluate the performance termination of steers in oat and ryegrass pastures, either intercropped with legumes or not, with or without supplementation in an integrated crop-livestock system. Three years of research were analyzed in the beef cattle sector of the Ruminant Teaching and Research Center (NEPRu) at UTFPR-DV. Three distinct treatments were applied: control, legume, and supplementation, with three repetitions (paddocks) for each year of evaluation. Principal Component Analysis (PCA) was used to explore the interaction among variables such as Live Weight at Slaughter (LWS), Hot Carcass Weight (HCW), and Cold Carcass Weight (CCW) in relation to these treatments. The primary component (PC1) stood out, explaining approximately 53.64% of the total variability, demonstrating its influence on the experimental conditions and applied treatments. Throughout the research, significant correlations were identified between PC1 and essential variables, highlighting the relevance of these factors in the performance of animals under different treatments. Additionally, other components (PC2, PC3, PC4, and PC5) contributed to explaining variability, considering specific nuances of experimental conditions and adopted treatments. The analysis of these results provides fundamental insights to optimize beef production under different treatments. Principal component analysis revealed substantial differences between the control and supplementation treatments in all variables under study, except for the variable associated with bones, while the legume treatment exhibited an intermediate behavior.

KEYWORDS: Principal Component Analysis; supplementation; beef cattle termination; legumes; temperate pasture.

¹ Bolsista da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. E-mail: gustavopagno@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 8198551259061088

² Discente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. E-mail: otaviofrance.2021@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 1247027595235200

³ Discente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. E-mail: mirelladanna@live.com. ID Lattes: 9392684158099515

⁴ Docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. E-mail: rusbelborquis@utfpr.edu.br. ID Lattes: 8114675802937977.

Introdução

Em sistemas de produção de carne bovina no Brasil, estudos como Valadares Filho et al. (2010) sobre suplementação e Silva et al. (2010) sobre integração lavoura-pecuária oferecem insights valiosos. A pesquisa de Restle et al. (2018) sobre desempenho em pastagens de inverno com suplementação energética contribui para entender os efeitos da suplementação.

Dessa forma, o foco deste estudo se expande ao empregar uma análise multivariada sobre os resultados, examinando os três tipos de tratamento anteriormente mencionados: pastagem exclusiva, consórcio de gramíneas com leguminosas e gramíneas com suplementação. Essa abordagem permitirá uma compreensão mais abrangente das complexas interações presentes nos sistemas de gado de corte, ao desvendar os componentes de variância subjacentes aos resultados obtidos.

Portanto, o objetivo primordial deste estudo é avaliar o desempenho de novilhos de corte em pastagens de aveia e azevém, tanto em consórcio com leguminosas como com suplementação, inseridos em um contexto de sistema de integração lavoura-pecuária.

Materiais e Métodos

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa no Uso de Animais em Experimentos (CEUA) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos (UTFPRDV), com os números de protocolo 2017009, 2018023 e 202011.

O experimento ocorreu ao longo de três anos não consecutivos: 2017 (durante 71 dias), 2018 (durante 105 dias) e 2020 (durante 92 dias) no setor de Bovinocultura de corte (Núcleo de Ensino e Pesquisa em Ruminantes – NEPRu) da UTFPRDV, localizado a 520 metros de altitude nas coordenadas 25°44' sul e 53°04' oeste, na região fisiográfica do terceiro planalto paranaense.

A área experimental foi submetida a um sistema de integração lavoura-pecuária desde 2017, alternando entre cultivos de soja e milho no verão e aveia preta (*Avena strigosa*) e Azevém anual (*Lolium multiflorum*) no inverno, ocasionalmente consorciados com leguminosas, como Ervilhaca (*Vicia sativa* L.) e Trevo Branco (*Trifolium repens*) em 2017 e Trevo Vesiculoso (*Trifolium vesiculosum*) em 2018 e 2020. Os tratamentos foram consistentemente aplicados nos mesmos piquetes experimentais.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos (testemunha, leguminosa e suplementação) e três repetições (piquetes) para cada ano de avaliação. Foram empregados 54 novilhos da raça Angus, com idade média de 25 ± 3 meses e peso inicial médio de 413.08 ± 4.56 kg. Esses animais foram submetidos a protocolos sanitários de ectoparasitas e endoparasitas antes do início do experimento.

Os novilhos receberam 1 kg de suplemento a cada 100 kg de peso vivo, diariamente às 12 horas, com ajustes a cada 21 dias com base em seus pesos. A composição do suplemento variou entre milho moído nos dois primeiros anos e um suplemento comercial à base de grão úmido de destilaria (WDG) no terceiro ano.

A área experimental totalizou 7 hectares, subdivididos em 10 piquetes de aproximadamente 0.7 hectares. Os animais tinham acesso ad libitum a água e sal mineral. Nove piquetes receberam os tratamentos, enquanto um foi usado para manter os animais reguladores. O pastejo contínuo com lotação variável foi aplicado, mantendo dois

animais testers por piquete e um número variável de animais reguladores para manter a oferta de forragem em 9 kg de MS. 100 kg1 de peso vivo dos animais.

Dois animais *testers* foram alocados em cada piquete, avaliados a cada 21 dias para ajuste do fornecimento de suplemento. O ganho médio diário (GMD g.animal1.dia1) foi calculado com base nos pesos iniciais e finais dos novilhos. O ganho de peso vivo por área (GPV.ha1) foi determinado multiplicando-se o número de animais, o total de dias do período, a área do piquete e o GMD médio do piquete. O ganho de peso vivo por área por dia (GPV.ha1.dia1) foi obtido dividindo-se o GPV.ha1 pelo número de dias do período.

Para avaliar o peso vivo e o rendimento de carcaça, os animais foram pesados em jejum antes do embarque para o frigorífico e novamente após 12 horas de resfriamento. As carcaças foram então seccionadas, e dados de conformação, como comprimento de carcaça, espessura de coxão, comprimento de perna, perímetro e comprimento de braço, foram coletados sob a meia carcaça esquerda.

Amostras de carne foram coletadas entre a 12^a e a 13^a costela da meia carcaça esquerda para análise, incluindo espessura de gordura, área de olho de lombo, cor, textura e marmoreio (USDA Quality Grade, 1997). Além disso, os componentes músculo, osso e gordura foram separados para determinar suas proporções na carcaça, seguindo a metodologia sugerida por Hankins e Howe (1946), com exceção do ano de 2018, quando as amostras de carne não foram coletadas.

As variáveis do presente estudo foram submetidos à ACP (Hair, et al. 2005). Foi construído um gráfico bidimensional ortogonal onde, os eixos foram os componentes principais (CPs) que identificaram unidades amostrais que continham padrões específicos e quais variáveis explicaram esses padrões. Para a ACP, as variáveis em estudos foram padronizadas pela curva normal. Em um conjunto de dados com p variáveis, o i -ésimo componente principal é dado por:

$$PC_i = a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots + a_{ij}X_j$$

Em que: a_{ij} é o j -ésimo autovetor relacionado ao valor padronizado da j -ésima variável X no i -ésimo componente principal.

As correlações entre as variáveis e cada CP foram obtidas conforme:

$$r_{xj}(CP_h) = \frac{a_{jh}\sqrt{\lambda_h}}{S_j}$$

Todas as análises foram realizadas por meio do software R 4.3.1 (R Core Team, 2023) utilizando os pacotes factextra (KASSAMBARA; MUNDT, 2020) e FactoMineR (LÉ et al., 2008).

Resultado e Discussão

No estudo, foi empregada a Análise de Componente Principal (ACP, em inglês 'Principal Component Analysis') para compreender quais informações eram mais relevantes em relação ao desempenho dos novilhos. A ACP permitiu simplificar os dados complexos, destacando informações cruciais, como peso, quantidade de carne e teor de gordura. Por meio dessa técnica, tornou-se evidente quais fatores tiveram o maior impacto no desempenho dos novilhos ao longo do tempo.

Em primeiro lugar, é importante observar que os autovalores representam a quantidade de variância explicada por cada Componente Principal (PC). O PC1, com o maior autovalor de 5,3642, explica a maior parte da variabilidade dos dados. Isso sugere



que as variáveis originais apresentam uma forte interação e contribuição para esse componente.

Tabela 1 - Análise de Componente Principal: autovalor, proporção de variância explicada por cada componente, variância acumulada e correlações entre os componentes principais (PCs) e as variáveis originais

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Autovalores	5.3642	1.6270	1.1859	6.763	5.435
Proporção	536.420	162.704	11.8585	6.7628	5.4348
Cumulativo	536.420	699.124	817.710	885.338	939.686
Correlação					
PAB	780	5	1	67	1
PCQ	929	4	14	10	1
PCF	928	4	15	11	1
RCQ	716	2	196	30	4
RCF	722	1	169	58	3
EG	480	11	166	3	274
Mus	34	741	0	96	51
Gordura	594	32	247	34	11
Osso	114	274	217	367	10
GMD	68	553	161	1	188

Fonte:Elaborado pelos autores (2023)

Ao analisar as proporções de variância explicada, podemos ver que o PC1 abrange cerca de 53,64% da variabilidade total dos dados (Figura 1). Isso indica que ele representa um aspecto significativo das observações ao longo dos três anos do experimento. O PC2, com uma proporção de 16,27%, também contribui de forma significativa, embora menos do que o PC1. Os PCs subsequentes (PC3, PC4 e PC5) explicam uma porção menor da variância total.

A correlação entre as variáveis originais e os PCs também fornece *insights* importantes. Por exemplo, a variável PAB (Peso vivo ao abate) apresenta uma correlação positiva muito alta com o PC1 (correlação de 0,780). Isso indica que o PAB está fortemente associado à principal fonte de variabilidade nos dados, representada pelo PC1.

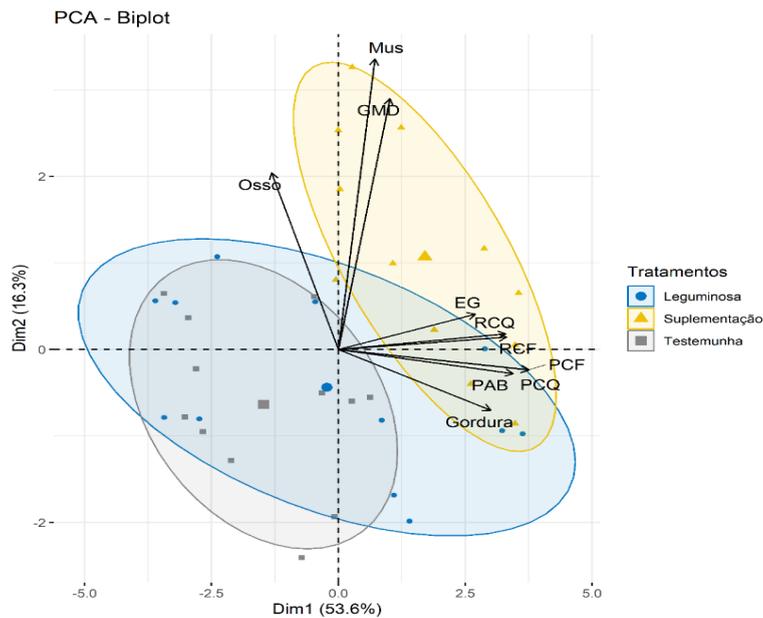
Da mesma forma, outras variáveis originais, como PCQ (Peso da carcaça quente), PCF (Peso da carcaça fria) e Gordura (% de gordura), também têm correlações significativas com o PC1. Isso sugere que essas variáveis estão inter-relacionadas e podem estar respondendo de forma semelhante às condições do experimento ao longo dos anos.

Por outro lado, variáveis com correlações próximas a zero com o PC1, como Mus (% de músculo) e Osso (% de osso), podem não estar fortemente influenciadas pelas mesmas condições experimentais que afetam as variáveis fortemente correlacionadas com o PC1.

Portanto, com base na análise dos dados da tabela, podemos concluir que o PC1 desempenha um papel central na explicação da variabilidade das variáveis originais ao longo dos anos do experimento. Suas correlações com PAB, PCQ, PCF e Gordura

indicam que essas variáveis estão fortemente ligadas e podem ser afetadas por fatores semelhantes durante os diferentes anos. Essas observações destacam a importância de compreender as interações entre as variáveis para otimizar o desempenho e a qualidade da carne em sistemas de bovinocultura de corte.

Figura 1 - Biplot da Análise de Componente Principal (PCA) Representando as Relações entre Variáveis e Componentes Principais



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Conclusão

A análise de componentes principais permitiu visualizar que existe diferença entre os tratamentos chamados controle e suplementação todas as variáveis em estudo exceto em na variável osso, e que o tratamento de leguminosa teve um comportamento intermediário. Portanto indicam a importância da suplementação nos bovinos para ternos melhores desempenhos.

Agradecimentos

Gostaria de expressar minha profunda gratidão ao meu orientador Rusbel Raul Aspilcueta Borquis, assim como a Luis Fernando Glasenapp de Menezes e Wagner Paris, que lideram o NEPRu. Sua orientação e influência foram fundamentais para minha pesquisa. Além disso, desejo agradecer à Fundação Araucária pelo generoso apoio financeiro que viabilizou integralmente minha pesquisa.

Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

INDETMANN, 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 pasto durante o período de transição seca/águas: consumo voluntário e trânsito de partículas.

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>

HAIR JR., J.F. et al. *Análise Multivariada de Dados*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005

HANKINS, O.G.; HOWE, P.E. Estimation of the composition of beef carcasses and cuts. Washington: United States Department of Agriculture, 1946. p.1-19 (Technical Bulletin – USDA, 926).

KASSAMBARA A, MUNDT F (2020). factextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses. R package version 1.0.7. <https://CRAN.R-project.org/package=factextra>.

LE S, JOSSE J, HUSSON F (2008). FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. *Journal of Statistical Software*, 25(1), 1-18. doi:10.18637/jss.v025.i01.

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>

OLIVEIRA, M.; ATALLA, A. A.; FRIHLING, B. E. F.; CAVALHERI, P. S.; MIGLIOLO, L.; FILHO, F. J. C. M. Ibuprofen and caffeine removal in vertical flow and free-floating macrophyte constructed wetlands with *Heliconia rostrata* and *Eichornia crassipes*. *Chemical Engineering Journal*, v. 373, p. 458-467, 2019.

RESTLE, J., ALVES FILHO, D. C., BRONDANI, I. L., PASCOAL, L. L., ALVES, T. P., & PACHECO, P. S. (2018). Desempenho de bovinos de corte em pastagem de inverno recebendo suplementação com diferentes fontes energéticas. *Semina: Ciências Agrárias*, 39(4), 1679-1690.

R CORE TEAM (2023). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

SILVA, J. A., DETMANN, E., VALENTE, E. E. L., CAMPOS, J. M. S., DUARTE, M. S., & PAULINO, M. F. (2010). Integração lavoura-pecuária em sistemas de produção de carne bovina no Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(spe), 337-347.

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.

VALADARES FILHO, S. C., MARCONDES, M. I., & CHIZZOTTI, M. L. (2010). Suplementação alimentar de bovinos a pasto. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(spe), 337-347.