



IMPACTO DO CONSUMO ALIMENTAR RESIDUAL AJUSTADO PARA GORDURA NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE NOVILHAS DA RAÇA NELORE

IMPACT OF FAT-ADJUSTED RESIDUAL FEED INTAKE ON PRODUCTION AND REPRODUCTION IN NELLORE HEIFERS

Rafael Monteiro dos Santos
Dayana Silva Araujo
Miguel Alonso de Gouveia Valle

RESUMO

A bovinocultura de corte ocupa posição central no agronegócio brasileiro, e a crescente demanda exige estratégias para maximizar a produtividade. A eficiência alimentar é crucial nesse contexto; embora o consumo alimentar residual (CAR) seja um indicador amplamente utilizado, seu uso isolado pode afetar a composição de carcaça, motivo pelo qual se propõe o CAR ajustado para gordura (CARG). Este estudo objetivou associar fenótipos de CARG a índices produtivos e reprodutivos em novilhas Nelore. Avaliaram-se 436 novilhas nascidas entre julho e dezembro de 2017 e 2018 na fazenda Rancho Grande da Matinha, mensuradas para eficiência alimentar no sistema GrowSafe® e manejadas reprodutivamente nas estações de monta. As comparações entre classes de CARG (Baixo, Médio, Alto) foram realizadas pelo teste de Kruskal–Wallis, com pós-teste de Dunn e correção de Bonferroni; as diferenças nas taxas de prenhez entre os grupos foram avaliadas pelo teste de Qui-quadrado; e as associações entre variáveis foram estimadas por correlações de Spearman. Houve diferenças entre classes para GPD, CMS e CARG ($P < 0,05$), com o grupo CAR Baixo apresentando maior GPD e menor CMS e CARG; para PNP, o grupo CAR Médio teve média superior às

de CAR Baixo e CAR Alto ($P < 0,05$). A taxa de prenhez não diferiu entre as classes de CAR ($P > 0,05$). Nas correlações de Spearman, o CARG associou-se negativamente a GPD ($r = -0,62$), PDN ($-0,50$), PI ($-0,43$), PF ($-0,42$) e PNP ($-0,57$), e positivamente a CMS ($r = 0,25$) e TG ($r = 0,43$). Em conjunto, os resultados confirmam que o CARG discrimina animais mais eficientes (maior ganho com menor consumo) e que a seleção para eficiência alimentar deve considerar potenciais efeitos indiretos sobre demais características produtivas e reprodutivas.

PALAVRAS-CHAVE: CARG;fêmea;produtividade;zebu.

ABSTRACT

Beef cattle production holds a central position in Brazilian agribusiness, and the growing demand requires strategies to maximize productivity. Feed efficiency is crucial in this context; although residual feed intake (RFI) is a widely used indicator, its isolated use may affect carcass composition, which is why fat-adjusted RFI (RFIfat) has been proposed. This study aimed to associate RFIfat phenotypes with productive and reproductive indices in Nellore heifers. A total of 436 heifers born between July and December of 2017 and 2018 at Rancho Grande da Matinha farm were evaluated for feed efficiency using the GrowSafe® system and reproductively managed during the breeding seasons. Comparisons among RFIfat classes (Low, Medium, High) were performed using the Kruskal–Wallis test, followed by Dunn’s post-test with Bonferroni correction; differences in pregnancy rates among groups were assessed using the Chi-square test; and associations between variables were estimated by Spearman correlations. Differences among classes were found for ADG, DMI, and RFIfat ($P < 0.05$), with the Low RFI group showing higher ADG and lower DMI and RFIfat; for BWprog, the Medium RFI group had higher means than both Low and High RFI groups ($P < 0.05$). Pregnancy rate did not differ among RFI classes ($P > 0.05$). In Spearman correlations, RFIfat was negatively associated with ADG ($r = -0.62$), WWheifer (-0.50), IBW

(−0.43), FBW (−0.42), and BWprog (−0.57), and positively with DMI ($r = 0.25$) and HW ($r = 0.43$). Taken together, the results confirm that RFIfat discriminates more efficient animals (higher gain with lower intake) and that selection for feed efficiency should consider potential indirect effects on other productive and reproductive traits.

KEYBOARDS: RFIfat; female; productivity; zebu.

1. INTRODUÇÃO

As discussões sobre formas de se aumentar a produtividade na bovinocultura de corte são constantes, visto que a demanda dos mercados interno e externo se encontram elevadas. Segundo Santos (2018), uma forma de garantir melhor eficiência produtiva está atrelada a melhor utilização das pastagens e de melhorias genéticas por meio de animais superiores geneticamente. Aliado a isto, Herd *et al.* (1998 *apud* NASCIMENTO, 2011, p. 59) relataram que vacas identificadas como mais eficientes quanto o uso das pastagens, podem aumentar até 15% a eficiência do sistema de produção.

O melhoramento genético atua diretamente na otimização da produtividade animal, permitindo explorar a variabilidade das características de interesse econômico de modo a identificar e disseminar animais superiores ao longo das gerações (WRAY-CAHEN *et al.* 2022). Com este intuito, cita-se o constante aumento da realização de estudos envolvendo critérios relacionados à eficiência alimentar (SANTANA *et al.* 2014; GRION *et al.* 2014; MORAES *et al.* 2019; BENFICA *et al.* 2020; NOVO *et al.* 2021). Estes critérios visam identificar animais com maior capacidade de conversão de alimento para a produção de carne. Nesse contexto, a característica mais estudada dentro da eficiência alimentar é o consumo alimentar residual (CAR). O CAR é calculado por meio de equações de regressão, sendo primeiramente necessário calcular o consumo de matéria seca esperado (CMS_{esp}) e, posteriormente, o consumo de matéria seca observado (CMS_{obs}), onde o cálculo do CAR será dado por:

$$CAR = CMS_{obs} - CMS_{esp} \quad (1)$$

Os valores de CAR de um determinado grupo de animais é interpretado como: animais acima da linha de regressão são considerados CAR positivos, ou seja, o seu consumo observado foi superior ao consumo esperado; enquanto que animais que estiverem abaixo da linha, são denominados CAR negativos, ou seja, o seu consumo observado foi inferior ao consumo esperado (FERREIRA, 2015).

O ajuste do CAR para gordura é necessária, pois, segundo Nkrumah *et al.* (2007), animais com maior eficiência alimentar apresentavam carcaças com menor deposição de gordura. Isso ocorre devido às correlações genéticas e fenotípicas entre CAR e espessura de gordura subcutânea (EGS), que foram de 0,16 ($P > 0,05$) e 0,17 ($P < 0,05$) (SCHENKEL *et al.*, 2004) e -0,11 e 0,06 (MORAES *et al.*, 2019), respectivamente. Ajustando os valores de CAR para gordura, as correlações obtidas foram -0,01 ($P > 0,05$) no estudo de Schenkel *et al.* (2004) e -0,22 e 0,00 no estudo de Moraes *et al.* (2019). Portanto, a seleção para a eficiência alimentar por meio do CAR corrigido para gordura permite a melhor identificação de animais mais eficientes na conversão alimentar, sem causar mudanças significativas no desempenho das características de carcaça devido às correlações descritas.

De acordo com Crozara *et al.* (2019), para obter um sistema de pecuária de corte que garanta retorno econômico e melhor eficiência na utilização de alimentos, é necessário buscar animais que expressem precocidade sexual e eficiência alimentar de forma concomitante. O desenvolvimento corporal das novilhas pode ser reflexo de uma maior eficiência alimentar e ganho médio diário, o que, consequentemente, leva à antecipação da puberdade, caracterizando a ocorrência de precocidade sexual (ALVES *et al.*, 2019).

Desse modo, apesar do aumento na quantidade de estudos focados especificamente na eficiência alimentar, a literatura que avalia a relação desse critério ajustado para gordura com características reprodutivas e produtivas em fêmeas ainda é escassa, o que ressalta a relevância deste estudo (CORVINO, 2010). Assim, o objetivo do presente trabalho foi associar os fenótipos de CARG aos de índices produtivos e reprodutivos em novilhas da raça Nelore.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados utilizados neste trabalho foram cedidos pela fazenda Rancho Grande da Matinha, localizada em Uberaba, MG, Brasil (19°34'51"S 48°5'16"O). Dados de quatro provas de eficiência alimentar de 436 fêmeas nascidas entre Julho e Dezembro de 2017 e 2018 foram analisados. Cada prova de eficiência alimentar teve duração média de 14 dias de adaptação e 70 dias de teste.

A prova foi realizada no sistema GrowSafe® que é composto por 16 cochos eletrônicos, oito em cada piquete, cada um com uma balança para medir a quantidade de alimento presente. Cada cocho apresentava um sensor que realiza a leitura dos brincos contidos na orelha dos animais, identificando, portanto, qual animal estava se alimentando. Cada baia possuía dois bebedouros a frente de plataformas que realizam a pesagem diária dos bovinos, denominadas Balança Intergado®. Em cada plataforma, assim como nos cochos, sensores detectavam a presença ou a ausência dos animais através de brincos eletrônicos. A associação dos dois sistemas permitiu que fossem promovidas aferições individuais do consumo de alimento e do peso corporal diário.

Diariamente eram fornecidas por meio de um vagão misturador três alimentações *ad libitum* com relação média de 78:22 de volumoso:concentrado, apresentando um teor médio de matéria seca de 39%, nutrientes digestíveis totais de 66% e proteína bruta de 11% objetivando o ganho de 1,0kg/dia. As dietas foram compostas por silagem de milho, milho moído, farelo de soja, leveduras e suplemento mineral para reprodução.

No último dia de teste, características de carcaça foram mensuradas através do uso de ultrassom com frequência de 3 a 3,5 MHz através de um profissional credenciado. A área de olho de lombo (AOL) foi medida sobre o músculo *longissimus dorsi* entre a 12ª e a 13ª costela. A espessura de gordura subcutânea foi avaliada como a quantidade de gordura localizada em cima do músculo *longissimus dorsi*. A espessura de gordura da garupa foi mensurada como a quantidade de gordura localizada entre o ísquio e o ílio, medido na inserção dos músculos *glúteo médio* e *bíceps femorais*. Além disso, no último dia de prova a altura de garupa dos animais também foi medida.

O consumo de matéria seca (CMS) foi calculado com base na média dos valores de consumo obtido durante o teste. O ganho de peso diário (GPD) foi calculado como a inclinação da regressão do peso corporal na idade da pesagem. O consumo alimentar residual (CAR) foi calculado como a diferença entre o consumo de alimento observado e o consumo estimado, conforme proposto por Koch *et al.* (1963). Destaca-se que o

CAR estimado é oriundo do resíduo da equação de regressão do consumo de matéria seca observado em função do ganho médio diário e do peso vivo metabólico.

Finalmente, para calcular o CAR ajustado para a gordura, o modelo de regressão incluiu a espessura de gordura subcutânea como covariável.

Os dados de desempenho reprodutivo das fêmeas foram de registros das estações de monta dos anos de 2017/2018 e 2018/2019. A estação de monta da propriedade teve duração média de 90 dias (outubro a novembro) com fêmeas expostas a até dois protocolos de IATF e, posteriormente, à monta natural com touros do próprio rebanho. As variáveis reprodutivas estudadas foram: taxa de prenhez precoce (TPP) e tempo de gestação (TG). Além destas características reprodutivas, as características peso de nascimento da progênie (PNP) e peso de desmama da novilha (PDN) também foram avaliadas.

Do conjunto de variáveis mensuradas em cada teste de eficiência alimentar, apenas foram estudadas as variáveis peso inicial (PI), peso final (PF), ganho de peso diário (GPD), consumo de matéria seca (CMS), consumo alimentar residual ajustado para gordura (CARG) e altura da garupa (ALT). Com exceção de CARG que foi ajustado para a gordura, todas as demais características foram ajustadas para a idade dos animais. Sendo assim, todas as variáveis estudadas são variáveis ajustadas. O banco de dados original contou com 433 registros para PDN, 436 para PI, PF, GPD, CMS e CARG, 387 para ALT, 380 para TG e 299 para PNP. Para minimizar possíveis vieses, escolhemos métodos de imputação adequados ao tipo de dado perdido. A imputação pela mediana foi aplicada ao CARG (instabilidade da resposta, Tabela 1). Para as demais características, a imputação pela média foi selecionada, conforme Banerjee et al. (2020). Esse procedimento permitiu preservar a variabilidade dos dados e garantir que as análises subsequentes fossem baseadas em um conjunto de dados completo e representativo, reduzindo potenciais impactos negativos da ausência de dados. Finalmente, o banco de dados final contou com 436 observações para variável.

Com base nos valores de CARG, todas as fêmeas que concluíram a prova de eficiência alimentar foram classificadas pela empresa responsável pelos cochos eletrônicos em três grupos de eficiência: baixo, médio e alto CARG. Animais classificados no grupo de baixo CARG apresentaram valores negativos para a variável, o que indica que, em média, o consumo observado foi inferior ao valor esperado para sustentar um ganho de peso de 1,0 kg/dia. Esse resultado caracteriza indivíduos mais eficientes, uma vez que necessitam de menor quantidade de alimento para atingir

determinado desempenho. Em contraste, animais pertencentes ao grupo de alto CARG apresentaram valores positivos, evidenciando que, em média, consumiram mais alimento do que o previsto para o mesmo ganho de peso, sendo, portanto, considerados menos eficientes. Já os animais do grupo de médio CARG apresentaram valores intermediários, correspondendo a um consumo alimentar próximo ao estimado para a taxa de crescimento de referência. Os limites adotados para a classificação foram estabelecidos da seguinte forma: CARG Baixo, de -2,11 a -0,35; CARG Médio, de -0,33 a 0,35; e CARG Alto, de 0,36 a 2,03.

Após a organização das informações em planilha eletrônica (Excel®), a distribuição de normalidade das variáveis foi avaliada por meio do teste de Shapiro-Wilk. Como a maioria das características não apresentou aderência à distribuição normal, optou-se pela utilização de métodos não paramétricos. Para a comparação entre os grupos de eficiência alimentar (baixo, médio e alto CARG), aplicou-se o teste de Kruskal-Wallis considerando as características PDN, PI, PF, GPD, CMS, CARG, ALT, TG e PNP. Quando detectadas diferenças, realizou-se o pós-teste de Dunn com correção de Bonferroni para múltiplas comparações. A relação entre os grupos de eficiência alimentar e a taxa de prenhez foi testada pelo Qui-quadrado, considerando nível de significância de 5%. Por outro lado, as associações entre características de peso, eficiência alimentar e reprodutivas foram estimadas por meio de correlações de Spearman. Todas as análises estatísticas foram conduzidas no software R, versão 4.3.1 (R Core Team, 2023).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estatísticas descritivas para as características reprodutivas, produtivas e de eficiência alimentar de novilhas da raça Nelore estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Estatística descritiva fenotípica de características reprodutivas, produtivas e de eficiência alimentar em novilhas da raça Nelore

Características	N	Média	Median a	Mínimo	Máximo	DP	CV (%)
PDN (kg)	43	225,90	168,50	153,70	307,40	21,5	9,55
	3					8	
PI (kg)	43	371,02	369,86	256,47	508,79	36,9	9,96

	6					7	
PF (kg)	43	442,32	441,29	330,40	606,23	41,9	9,48
	6					3	
GPD (kg)	43	1,06	1,07	0,30	1,61	0,23	21,70
	6						
CMS (kg)	43	7,87	7,85	5,17	10,47	0,88	11,19
	6						
CARG (kg)	43	0,03	0,06	-2,11	2,03	0,72	2439,88
	6						
ALT (cm)	43	136,41	136,35	126,34	149,06	4,00	2,94
	6						
TG (dia)	43	289,81	290,00	275,00	320,00	5,69	1,96
	6						
PNP (kg)	43	35,07	36,00	23,00	49,00	4,60	13,10
	6						

PDN: peso de desmama da novilha; PI: peso inicial; PF: peso final; GPD: ganho de peso diário; CMS: consumo de matéria de seca; CARG: consumo alimentar residual ajustado para gordura; ALT: altura da garupa; TG: tempo de gestação; PNP: peso de nascimento da progênie; N: número amostral; DP: desvio padrão; CV: coeficiente de variação.

O conhecimento dos valores médios de pesos (PDN = 225,90, PI = 371,02, PF = 442,32, GPD = 1,06, PNP = 35,07), consumo (CMS = 7,87, CARG = 0,03), estrutura (ALT = 136,41) e tempo de gestação (TG = 289,91) de novilhas que participaram de testes de eficiência alimentar permite caracterizar o que se espera de desempenho de fêmeas que, futuramente, forem inseridas em novos testes de eficiência e manejadas reprodutivamente. Verificou-se que os coeficientes de variação de todas as características, com exceção de GPD, CMS, CARG e PNP são todos abaixo de 10%, ou seja, apresentam baixa variação. Essa uniformidade dos dados é importante, pois garante solidez para comparação e avaliação de futuras novilhas em termos de desempenho e eficiência alimentar.

Conforme apresentado na Tabela 1, os valores médios de CMS e GPD demonstram que os animais corresponderam ao esperado na prova, pois, houve consumo médio de 7,87kg de matéria seca com um ganho de 1,06kg/dia. Os resultados são semelhantes com os encontrados por Crozara *et al.* (2019) que obtiveram valores de CMS e GMD de 8,77kg e 1,3kg/dia.

A Tabela 2 apresenta a taxa de prenhez das novilhas quanto sua classificação ao CARG.

Tabela 2 – Taxa de prenhez em distintas classificações de eficiência alimentar em novilhas da raça Nelore

Classificação Reprodutiva	CARG Baixo	CARG Médio	CARG Alto	Total
% Prenha (n)	76,34% (100)	79,38% (127)	79,31% (115)	78,44% (342)
% Vazia (n)	23,66% (31)	20,62% (33)	20,69% (30)	21,56% (94)

Não houve associação detectada pelo teste de Qui-quadrado ($P > 0,05$) entre taxa de prenhez das novilhas com as classes de CAR. Resultados semelhantes foram encontrados por Basarab *et al.* (2007) e Crozara *et al.* (2019).

Não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias de PDN, PI, PF, ALT, e TG dos diferentes grupos segundo o teste de Dunn com correção de Bonferroni ($P > 0,05$, Tabela 3).

Tabela 3 – Valores médios e resultados do Teste de Dunn com correção de Bonferroni de características produtivas, reprodutivas e de eficiência alimentar em distintas classificações de eficiência alimentar em novilhas da raça Nelore

Características	CARG Baixo	CARG Médio	CARG Alto	P-Valor
PDN (kg)	229,18	225,15	223,77	0,1297
PI (kg)	374,63	369,30	369,67	0,3021
PF (kg)	448,63	439,93	439,25	0,1199
GPD (kg)	1,11 ^a	1,05 ^a	1,04 ^b	< 0,05
CMS (kg)	7,14 ^a	7,82 ^b	8,57 ^c	< 0,0001
CARG (kg)	-0,82 ^a	0,03 ^b	0,79 ^c	< 0,0001
ALT (cm)	136,08	136,35	136,76	0,3686
TG (dia)	289,41	290,03	289,97	0,9107

PNP (kg)	35,00 ^a	35,50 ^b	34,67 ^a	< 0,05
----------	--------------------	--------------------	--------------------	--------

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem significativamente ($P < 0,05$) pelo teste de Dunn com correção de Bonferroni. PDN: peso de desmama da novilha; PI: peso inicial; PF: peso final; GPD: ganho de peso diário; CMS: consumo de matéria de seca; CARG: consumo alimentar residual ajustado para gordura; ALT: altura da garupa; TG: tempo de gestação; PNP: peso de nascimento da progênie.

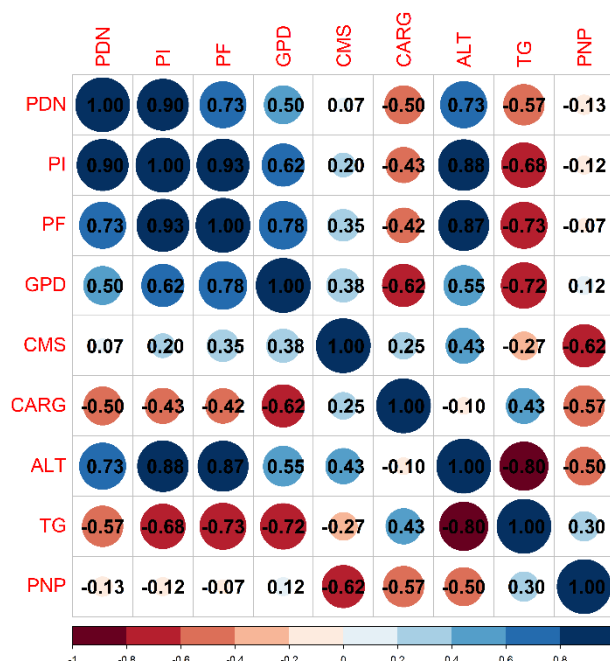
O grupo de novilhas classificadas como CARG Baixo apresentou desempenho superior em termos de eficiência alimentar, com maiores valores médios de ganho de peso diário (GPD) e menores valores de consumo de matéria seca (CMS) e de CARG ($P < 0,05$). Para GPD, os animais do grupo CARG Baixo registraram média de 1,11 kg/dia, enquanto os do grupo CARG Alto apresentaram 1,04 kg/dia. Em relação ao consumo de matéria seca, as novilhas CARG Baixo ingeriram, em média, 7,14 kg/dia, valor inferior ao observado no grupo CARG Alto (8,57 kg/dia). Tais resultados estão em conformidade com a expectativa teórica, visto que animais classificados como mais eficientes (CARG Baixo) tendem a apresentar maior ganho de peso aliado a menor ingestão de alimento, caracterizando melhor aproveitamento da dieta (FERREIRA, 2015).

Os valores encontrados para CARG nos grupos Baixo, Médio e Alto foram -0,82, 0,03 e 0,79, respectivamente. Observou-se uma amplitude no CARG de 4,14kg/MS/dia (Tabela 1). Ferreira Júnior (2016) corrobora com os resultados obtidos. Ao estudar as relações fenotípicas e genéticas entre características de eficiência alimentar e reprodutivas em machos e fêmeas da raça Nelore, identificou valores no grupo CAR Baixo de -0,294 ($P < 0,0001$), CAR alto de 0,305 ($P < 0,0001$) e amplitude de CAR de 2,47kg/MS/dia. Segundo o autor, a amplitude de CAR encontrada justifica estudos mais aprofundados da característica, pois identificar e utilizar animais mais eficientes, pode reduzir os custos nutricionais das propriedades. Quanto maior a variabilidade dos candidatos à seleção, menor a possibilidade de acontecer combinações alélicas idênticas e amostras mais representativas deste candidato serão transmitidas (Battagin *et al.* 2016). Como o ganho genético é expresso em função da intensidade de seleção, herdabilidade, desvio padrão fenotípico e intervalo entre gerações (Falconer e Mackay, 1996), quanto maior o desvio, maior será o ganho. Desse modo, a amplitude encontrada nesse estudo (4,14) reafirma o valor que foi relatado por Ferreira Júnior (2016).

No que se refere ao PNP, observou-se diferença significativa entre os grupos de eficiência alimentar ($P < 0,05$). Animais classificados como CARG Médio apresentaram maior valor médio para PNP (35,50 kg), em comparação com os grupos CARG Baixo (35,00 kg) e CARG Alto (34,67 kg). Embora a magnitude das diferenças seja pequena, esse resultado sugere que a classificação de eficiência alimentar das novilhas pode estar associada a variações sutis no desempenho inicial da progênie.

As análises de correlação de Spearman entre as características produtivas, reprodutivas e de eficiência alimentar (Imagem 1) indicaram diferentes padrões de associação. A principal correlação envolvendo o CARG foi negativa e significativa com GPD ($r = -0,62$), além de apresentar correlações moderadas negativas com PDN ($r = -0,50$), PI ($r = -0,43$) e PF ($r = -0,42$). Também foram observadas correlações negativas de CARG com ALT ($r = -0,10$; não significativa) e PNP ($r = -0,57$). Por outro lado, as associações positivas foram com CMS ($r = 0,25$) e TG ($r = 0,43$).

Imagem 1 - Correlação de Spearman entre características produtivas, reprodutivas e de eficiência alimentar em novilhas da raça Nelore



PDN: peso de desmama da novilha; PI: peso inicial; PF: peso final; GPD: ganho de peso diário; CMS: consumo de matéria de seca; CARG: CAR ajustado para gordura; ALT: altura da garupa; TG: tempo de gestação; PNP: peso de nascimento da progênie. A escala de cores indica a correlação: positiva (próxima de 1, círculo azul) ou negativa (próxima de -1, círculo vermelho).

Esses resultados possuem implicações importantes. A correlação negativa entre CARG e GPD reforça que animais mais eficientes (CARG baixo) conseguem converter

melhor o alimento em ganho de peso, o que é altamente desejável em sistemas de produção. As correlações negativas com PDN, PI e PF sugerem que animais classificados como menos eficientes (CARG alto) tendem a apresentar menores ganhos de peso acumulados, refletindo ineficiência tanto no crescimento inicial quanto no desempenho final. A associação com PNP indica que vacas mais eficientes (CARG baixo) podem gerar bezerros com peso ao nascer ligeiramente inferior, o que, embora de pequena magnitude, pode reduzir a ocorrência de distocias em rebanhos zebuínos. Já a correlação positiva com TG ($r = 0,43$) sugere que animais menos eficientes podem apresentar maior tempo de gestação, o que pode impactar negativamente a produtividade do sistema, ao alongar o intervalo entre partos.

Por fim, a correlação positiva com CMS confirma que animais com CARG alto consomem mais alimento para atingir o mesmo nível de produção, aumentando os custos alimentares e reduzindo a sustentabilidade do sistema. Dessa forma, a seleção para animais com baixo CARG não apenas melhora a eficiência alimentar, mas também pode trazer reflexos indiretos sobre características produtivas e reprodutivas, devendo ser considerada em programas de melhoramento.

Em relação às demais características, observaram-se correlações elevadas e positivas entre pesos em diferentes idades: PI esteve fortemente associado a PF ($r = 0,93$) e a ALT ($r = 0,88$), além de apresentar correlação alta com PDN ($r = 0,90$). Esses achados confirmam que a seleção para maior peso em qualquer idade repercute nas demais fases, devido a efeitos genéticos correlacionados (Boligon et al., 2009; Falconer & Mackay, 1996). Contudo, a correlação positiva entre PI e ALT sugere que animais mais pesados também tendem a ser mais altos, característica que pode não ser desejável em determinados sistemas de produção, conforme relatado em estudos anteriores, visto que são considerados animais tardios (Cyrillo et al., 2001; Silva et al., 2003; Pereira et al., 2010).

Para PNP, os resultados mostraram correlação negativa com CMS ($r = -0,62$) e CARG ($r = -0,57$), além de associação negativa moderada com ALT ($r = -0,50$). Já a correlação com TG foi positiva, embora de baixa magnitude ($r = 0,30$). Esses resultados sugerem que novilhas classificadas como mais eficientes (CARG negativo e menor CMS) tendem a produzir progênie com pesos ao nascer ligeiramente menores. Apesar de a magnitude das correlações não ser elevada, esse padrão pode indicar efeitos indiretos da seleção para eficiência alimentar sobre características reprodutivas, devendo ser considerado na definição de estratégias de melhoramento.

4. CONCLUSÃO

A avaliação do CARG em novilhas Nelore evidenciou que animais mais eficientes apresentaram maior ganho médio diário associado a menor consumo de matéria seca. Apesar da ausência de associação direta com a taxa de prenhez, as correlações com demais características produtivas e reprodutivas indicam potenciais efeitos indiretos, ressaltando a importância de estratégias de seleção equilibradas em programas de melhoramento.

REFERÊNCIAS

ALVES, Milene Godim de Oliveira *et al.* Interrelações entre Características de Precocidade Sexual e de Eficiência Alimentar em Fêmeas Nelore. *In: SEMINÁRIO JOVENS TALENTOS*, 13, 2019, Santo Antônio de Goiás. **Anais do 13º Seminário Jovens Talentos**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2019.

BANERJEE, Nilabhra *et al.* Passenger demand forecasting in scheduled transportation. **European Journal of Operational Research**, Amsterdã, v. 286, n. 3, p. 797-810, Nov. 2020

BASARAB, J.A. *et al.* Relationships between progeny residual feed intake and dam productivity traits. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 87, p. 489-502, Dec. 2007.

BATTAGIN, Mara *et al.* Effect of manipulating recombination rates on response to selection in livestock breeding programs. **Genetics Selection Evolution**, London, v. 48, n. 44, June. 2016.

BENFICA, Lorena Ferreira *et al.* Genetic association among feeding behavior, feed efficiency and growth traits in growing indicine cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 98, n. 11, Nov. 2020.

BOLIGON, Arione Augusti *et al.* Herdabilidades e correlações entre pesos do nascimento à idade adulta em rebanhos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 12, p. 2320-2326, Dez. 2009.

CORVINO, Tatiana Lucila Sobrinho. **Caracterização do consumo alimentar residual e relações com desempenho e características de carcaça de bovinos Nelore**. 2010. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

CROZARA, Adriano Santana *et al.* Associação entre taxa de prenhez e eficiência alimentar em novilhas precoces da raça nelore. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 29., 2019, Uberaba. **Anais do XXIX Congresso Brasileiro de Zootecnia** [...]. Uberaba: Associação Brasileira de Zootecnistas, 2019.

CYRILLO, J. N. dos S. G. *et al.* Estimativas de tendências e parâmetros genéticos do peso padronizado aos 378 dias de idade, medidas corporais e perímetro escrotal de machos Nelore de Sertãozinho, SP. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, p. 56-65, Jun. 2001.

FALCONER, Douglas Scott; MACKAY, Trudy Frances Charlene. **Introduction to Quantitative Genetics**. 4. ed. Harlow: Addison Wesley Longman, 1996.

FERREIRA JÚNIOR, Rubens José. **Relações entre eficiência alimentar e características reprodutivas em bovinos Nelore**. 2016. Tese (Mestrado em Produção Animal Sustentável) - Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, 2016.

FERREIRA, Fabiano Andrade *et al.* Consumo alimentar residual em bovinos de corte. **Nutritime Revista Eletrônica**, Viçosa, v. 12, n. 6, p. 4368-4378, Nov-Dez. 2015.

GRION, A. L. *et al.* Selection for feed efficiency traits and correlated genetic responses in feed intake and weight gain of Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 92, n. 3, p. 955–965, Feb. 2014.

KOCH, Robert M. Efficiency of feed use in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 22, n. 2, p. 486-494, May. 1963.

MERCADANTE, M.E.Z. *et al.* Relationship between residual feed intake and enteric methane emission in Nellore cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 44, n. 7, p. 255-262, Jul. 2015.

MORAES, G. F. *et al.* Selection for feed efficiency does not change the selection for growth and carcass traits in Nellore cattle. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, Hoboken, v. 136, n. 6, p. 464–473, Nov. 2019.

NASCIMENTO, Michele Lopes do. **Eficiência alimentar e suas associações com lucro, características de carcaça e qualidade de carne de bovinos Nelore**. 2011. Tese (Doutorado em Ciências). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2011.

NKRUMAH, Joshua D. *et al.* Genetic and phenotypic relationships of feed intake and measures of efficiency with growth and carcass merit of beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, n. 10, p. 2711-2720, Oct. 2007.

NOVO, L.C. *et al.* Genetic parameters for performance, feed efficiency, and carcass traits in Senepol heifers. **Animal The International Journal of Animal Biosciences**, Cambridge, v. 15, n. 3, p. 100160, Mar. 2021.

PEREIRA, M. C. *et al.* Altura da garupa e sua associação com características reprodutivas e de crescimento na raça Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, p. 613-620, Mai. 2010.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2023.

SANTANA, Miguel Henrique de Almeida *et al.* Genetic parameter estimates for feed efficiency and dry matter intake and their association with growth and carcass traits in Nellore cattle. **Livestock Science**, Amsterdã, v. 167, p. 80-85, Sept. 2014.

SANTOS, Rodrigo Malta dos. **A Intensificação da bovinocultura de corte como um instrumento na redução do desmatamento nos diferentes biomas brasileiros**. 2018. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

SCHENKEL, Flavio S. *et al.* Genetic parameters and breed differences for feed efficiency, growth, and body composition traits of young beef bulls. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 8, n. 2, p. 177-186, June. 2004.

SILVA, J. A. de V. *et al.* Estimação de parâmetros genéticos para probabilidade de prenhez aos 14 meses e altura de garupa em bovinos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 332, n. 35, Out. 2003.

WRAY-CAHEN, D. *et al.* Advancing genome editing to improve the sustainability and resiliency of animal agriculture. **CABI Agriculture and Bioscience**, Berlin, v. 3, n. 21, Apr. 2022.