



**PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia.**

**Diferenças no metabolismo de bovinos de corte com eficiência alimentar divergente**

---

Miguel Henrique de Almeida Santana<sup>1</sup>, Paulo Rossi Junior<sup>2</sup>, Isabel Cristina Bonometti Stieven<sup>3</sup>, Sergio Rodrigo Fernandes<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Doutorando do Programa de Pós-graduação em Zootecnia da USP – FZEA/Pirassununga-SP. Bolsista CAPES, e-mail: [mhasantana@usp.br](mailto:mhasantana@usp.br)

<sup>2</sup>Professor do Departamento de Zootecnia da UFPR/Curitiba-PR.

<sup>3</sup>Mestranda do Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias da UFPR/Curitiba-PR. Bolsista CAPES;

<sup>4</sup>Doutorando do Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias da UFPR/Curitiba-PR. Bolsista CAPES/REUNI.

---

**Resumo**

Objetivou-se com esta revisão mostrar algumas diferenças no metabolismo de bovinos de corte com eficiência alimentar divergentes, abordando a variação na utilização dos nutrientes, no metabolismo dos tecidos, composição corporal e a relação da eficiência alimentar com o estresse. Os testes mais acurados de eficiência alimentar são de alto custo devido à necessidade da mensuração do consumo individual, então identificando alguns metabólicos correlacionados com a eficiência alimentar seria possível realizar uma seleção inicial para esses metabólitos. Então, somente após essa seleção inicial (indireta) os animais fossem avaliados para consumo individual. Esses metabólicos indicam a

utilização dos nutrientes (digestão do amido e digestibilidade da dieta), o metabolismo dos tecidos (uréia plasmática e IGF-1) e metabólitos relacionados com o estresse (cortisol). As diferenças no metabolismo dos animais com valores divergentes de eficiência alimentar podem ser uma ferramenta importante para estudar a magnitude que uma seleção com base nessa divergência possa ocasionar.

**Palavras-Chave:** consumo alimentar, composição corporal, estresse, metabólitos

### **Differences in metabolism of beef cattle with divergent feed efficiency**

#### **Abstract**

The objective of this review was to show some differences in metabolism of beef cattle with divergent feed efficiency, approaching the variation in nutrient utilization, metabolism of tissues, body composition and the relationship of feed efficiency with stress. The more accurate tests for feed efficiency are expensive due to the need for measurement of individual intake, then identifying some metabolic correlated with feed efficiency would be possible to perform an initial selection for these metabolites. Then, only after this initial selection (indirect), the best animals were evaluated for individual feed intake. These metabolites indicate the utilization of nutrients (starch digestion and digestibility of diet), metabolism of tissues (plasma urea and IGF-1) and metabolites related to stress (cortisol). Differences in metabolism of animals with divergent feed efficiency can be an important tool to study the magnitude that a selection based on this divergent may cause.

**Keywords:** body composition, feed intake, metabolites, stress

## **INTRODUÇÃO**

Os custos com alimentação são os maiores gastos financeiros na produção de bovinos de corte. As medidas que são incluídas no melhoramento genético

são de desempenho em ganho de peso, reprodução e características de carcaça. Outras indústrias de carnes já notaram a importância do melhoramento genético para medidas que incluem o consumo alimentar.

É necessário que a cadeia produtiva da bovinocultura de corte brasileira inclua os custos do consumo, e também relacione este com as outras medidas para calcular uma importante característica, a eficiência alimentar (combinação de uma medida de crescimento e o consumo de alimento). As principais medidas de eficiência alimentar são a conversão alimentar, a eficiência alimentar bruta e o consumo alimentar residual (CAR).

A eficiência alimentar poderá ser incluída nos programas de melhoramento genético para reduzir os custos com alimentação, principalmente o CAR. Para os zebuínos, base genética do rebanho brasileiro, as variações genéticas do CAR não são conhecidas. As suas implicações no metabolismo, composição corporal e a relação com o estresse necessitam de mais estudos para esse grupo de animais. Portanto, antes de incluir esse tipo de medida na seleção, é necessário conhecer os mecanismos que estão relacionados com esse tipo de medida para determinar suas possíveis implicações para o futuro.

O custo é o principal limitante para a adoção do CAR nos programas atuais de melhoramento genético do Brasil. Para a inclusão dessa medida nesses programas de melhoramento genético é necessário investir em pesquisas para identificar possíveis características que são correlacionadas geneticamente com o CAR ou também um marcador fenotípico no sangue para uma seleção indireta. O objetivo dessa revisão é identificar as principais diferenças metabólicas entre animais com eficiência alimentar divergentes, principalmente CAR.

## **DESENVOLVIMENTO**

### **Metabolismo nos tecidos**

A variação fenotípica individual que vêm sendo encontrada em diversas raças pode ser devido a diversos fatores metabólicos (Richardson et al., 2004; Arthur & Herd, 2008) cuja regulação fisiológica é controlada por muitas centenas de genes (Barendse et al., 2007; Moore et al., 2009; Sherman et al., 2009).

O metabolismo protéico foi estudado por alguns autores para o CAR podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 – Diferenças entre animais mais eficientes (baixo CAR) e animais menos eficientes (alto CAR) na concentração de alguns metabólitos.

Variável	Baixo CAR	Alto CAR	Autor
Proteína plasmática	Baixa	Alta	Richardson et al (1996)
Uréia no plasma	Baixa	Alta	Richardson et al (2004)
Fragmentação miofibrilar (taxa)	Baixa	Alta	McDonagh et al (2001)
Nível de calpastatina	Alta	Baixa	McDonagh et al (2001)

Segundo Richardson et al (2004), a concentração plasmática de uréia é associada com o CAR na desmama, pois a uréia é um produto da degradação protéica e animais menos eficientes tendem a ter uma taxa maior de degradação protéica. A maior degradação de proteína poderá ser vista também na viscosidade do sangue que pode ser mensurada por meio do hematócrito, pois animais menos eficientes podem ter um maior requerimento de oxigênio para os tecidos devido a sua maior atividade.

Outro metabólito possivelmente correlacionado com a eficiência alimentar é o IGF-1 (*Insuline-like Growth Factor-1*) que é um polipeptídeo secretado principalmente pelo fígado e sua síntese é estimulada pelo GH e por vários outros fatores como uma nutrição adequada. O IGF-1 inibe a produção de GH pela pituitária, então a menor concentração de IGF-I no sangue pode melhorar a eficiência alimentar (Johnston et al, 2002).

Richardson & Herd (2004) tentaram quantificar a contribuição de alguns fatores para a variação do CAR, e concluíram que os padrões de alimentação contribuíram para 2% da variação: novilhos de alto CAR (menos eficientes) passaram mais tempo se alimentando. A composição corporal contribuiu para 5% da variação, digestibilidade (10%), o *turnover* protéico, metabolismo dos tecidos e estresse contribuíram com 37% (os novilhos de alto CAR obtiveram valores maiores de degradação protéica e valores menores de deposição de proteína). A atividade, o incremento calórico da fermentação e outros fatores não estudados contribuíram para 46% dessa variação.

No Canadá (Basarab et al, 2003) foram avaliados 176 novilhos *Bos taurus* para os parâmetros de eficiência e composição corporal, e os animais de menor CAR consumiram menos energia metabolizável (-10,2%), produziram menos calor (-9,3%), tiveram uma menor retenção de energia (-12%), apresentaram vísceras menores (-8,24%), carcaça com menos gordura subcutânea (-12,3%), menos gordura intermuscular (-8%) e menos gordura interna (-6%).

A composição corporal dos zebuínos comparados com animais de diferentes valores de CAR parecem não demonstrar esse mesmo comportamento para as características de carcaça (Almeida, 2005; Leme & Gomes, 2007).

### **Composição corporal**

Mcdonagh e colaboradores (2001) avaliaram a qualidade da carne de animais britânicos de CAR divergente. Os animais mais eficientes (baixo CAR) apresentaram maior maciez na carne com maturação que animais menos eficientes (alto CAR) e apesar de não terem sido observadas diferenças quanto à força de cisalhamento, amostras do músculo *Longissimus* de animais de baixo CAR apresentaram menores valores de índice de fragmentação miofibrilar e concentrações de calpastatina no músculo 13% maiores, quando comparados com animais de alto CAR e não houve efeito da seleção para CAR sobre a percentagem de extrato etéreo na carne.

É possível que essas diferenças na composição corporal sejam um reflexo das mudanças do metabolismo dos tecidos em resposta ao estresse. Os resultados de Arthur et al. (2001) sugerem que novilhos menos eficientes são mais susceptíveis ao estresse. Uma das respostas metabólicas dos animais às situações consideradas estressantes é a maior demanda energética para suprir um gasto promovido pela agitação dos animais nessa situação. Trata-se de uma tentativa do organismo em suprir essa maior demanda energética, sendo assim necessária uma maior quebra tecidual das reservas corporais contribuindo na menor eficiência de deposição de tecidos.

### **Eficiência alimentar e estresse**

O estresse pode ser mensurado de forma indireta por meio da concentração de cortisol. Após um estresse o sistema límbico envia uma resposta endócrina ao hipotálamo que posteriormente aciona a pituitária anterior fazendo com que o córtex adrenal produza o cortisol como uma resposta química a um estresse. As concentrações de cortisol em animais menos eficientes podem ser mais que o dobro em comparação com os animais mais eficientes de acordo com Richardson et al (2004). Portanto, os animais menos eficientes são mais suscetíveis a situações de estresse do que animais

mais eficientes. A associação entre essas concentrações de cortisol no sangue dos bovinos também pode interferir no comportamento ingestivo do animal influenciando na sua eficiência alimentar (Richardson et al, 2002).

### **Variações na utilização dos nutrientes**

Existe diferença no metabolismo entre animais mais e menos eficientes na utilização dos alimentos, essas diferenças podem ser observadas indiretamente por algumas medidas. Os animais do mesmo tipo e ingerindo a mesma dieta podem ter diferentes eficiências na utilização dos nutrientes. Existe variação na eficiência de utilização com que cada nutriente é usado para manutenção e crescimento como função da quantidade e do tipo de alimento ingerido, sexo, raça e condições ambientais (Oddy & Herd, 2001). O alimento que o animal ingere é usado em diferentes processos biológicos no corpo, como a produção de calor, crescimento muscular, deposição de gordura, manutenção do sistema imunológico, lactação e gestação. Os principais componentes na variação da eficiência são: o consumo do alimento, a digestão do alimento (e sua associação com os custos energéticos), o metabolismo (anabolismo e catabolismo associados e incluído a variação na composição corporal), a atividade, e a termorregulação (perdas sensíveis e não sensíveis de calor).

Os resultados da seleção de animais que ingerem menos alimento para um mesmo peso e ganho de peso demonstraram que existe variação genética na utilização do alimento na progênie (Herd et al, 2004), portanto a seleção genética é possível para esse tipo de medida. Channon et al (2004) observaram diferenças na digestão do amido em novilhos provenientes de uma seleção divergente para CAR, sendo que os animais menos eficientes digeriram menos o amido devido a incompleta digestão do mesmo no rúmen e intestino delgado e a menor fermentação no intestino grosso. As diferenças na digestibilidade podem estar associadas com diferenças na taxa de passagem, como uma consequência das diferenças no consumo alimentar (Herd et al,

SANTANA, M.H.A. et al. Diferenças no metabolismo de bovinos de corte com eficiência alimentar divergente. **PUBVET**, Londrina, V. 5, N. 17, Ed. 164, Art. 1108, 2011.

2004).

## CONCLUSÕES

Existem diferenças metabólicas nos bovinos de corte de mesma raça e com diferentes valores para eficiência alimentar. Essas diferenças devem ser exploradas e conhecidas para serem utilizadas como ferramenta na obtenção de animais mais eficientes sem ter algum impacto prejudicial no metabolismo dos mesmos.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. **Consumo e eficiência alimentar de bovinos em crescimento**. 2005, 181p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” /Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 2005.

ARTHUR, P.F.; ARCHER, J.A.; JOHNSTON, D.J. Genetic and phenotypic variance and covariance components for feed intake, feed efficiency, and other postweaning traits in Angus cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.79, p.2805-2811, 2001.

ARTHUR, P.F.; HERD, R.M. Residual feed intake in beef cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.37, p.269-279, 2008.

BARENDSE, W.; et al. A validate whole-genome association study of efficient food conversion in cattle. **Genetics**, Queensland, v.176, p.1893-1905, 2007.

BASARAB, J.A. *et al.* Residual feed intake and body composition in young growing cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, Alberta, v.83, p.189-204, 2003.

CHANNON, A. F.; ROWE, J. B.; HERD, R. M. Genetic variation in starch digestion in feedlot cattle and its association with residual feed intake. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, 44:469–474, 2004

HERD, R.M.; ODDY, V.H.; RICHARDSON, E.C. Biological basis for variation in residual feed intake in beef cattle. 2. Review of potential mechanisms. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood 44:423–430, 2004

JOHNSTON, D.J.; HERD R.M.; KADEL, M.J.; GRASER H.U.; ARTHUR P.F.; ARCHER. J.A. Evidence of IGF-1 as a genetic predictor of feed efficiency traits in beef cattle. In **‘Proceedings 7<sup>th</sup> world congress on genetics applied to livestock production’**. Communication No. 10-16. Institut National de la Recherche Agronomique, Montpellier, 2002.

LEME, P.R., GOMES, R.C. Características de carcaça de novilhos Nelore com diferente consumo alimentar residual. In: XX Reunión Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA). Cuzco, Perú. **Anais da XX Reunión Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA)**, 2007.

McDONAGH, M.B. *et al.* Meat quality and the calpain system of feedlot steers following a single generation of divergent selection for residual feed intake. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v.41, p.103-121, 2001.

MOORE, S.; MUJIBI, F.D.; SHERMAN, E.L. Molecular basis for Residual Feed Intake in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.87, p.41-47, 2009.

ODDY, V.H.; HERD, R.M. Potential mechanisms for variation in efficiency of feed utilization in ruminants. In Feed Efficiency in Beef Cattle, **Proc. of the Feed Efficiency Workshop**. CRC for Cattle and Beef Quality. Univ. of New Armidale, Armidale, Australia. Pages 30–34, 2001

RICHARDSON, E.C.; HERD, R.M. Biological basis for variation in residual feed intake in beef cattle: 2. Synthesis of results following divergent selection. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v.44, p.431-440, 2004.

RICHARDSON, E.C.; HERD, R.M.; ARCHER J.A.; ARTHUR, P.F. Metabolic differences in Angus steers divergently selected for residual feed intake. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, 44, 441-452, 2004.

RICHARDSON, E.C.; HERD, R.M.; COLDITZ I.G.; ARCHER, J.A.; ARTHUR, P.F. Blood cell profiles of steer progeny from parents selected for and against residual feed intake. **Australian Journal of Experimental Agriculture** 42, 901-908, 2002.

SHERMAN E.L. *et al.* Fine mapping quantitative trait loci (QTL) for feed intake and feed efficiency in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.87, p.37-45, 2009.