



## INDÍCES DE EFICIÊNCIA ALIMENTAR PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO E CARCAÇAS DE RUMINANTES

Andréa Roberto Duarte Lopes Souza<sup>1</sup>, Maria da Graça Morais<sup>2</sup>, Mayara Mitiko Yoshihara Carneiro<sup>3</sup>, Tereza Gabriela da Costa<sup>4</sup>, Bruna Biava de Menezes<sup>3</sup>, Catherine Cecília Walker<sup>3</sup>, Rafael de Souza Batista<sup>5</sup>, Lívia Lopes Duarte<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Pesquisadora do Programa de Desenvolvimento Científico Regional – DCR/CNPq - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Email: andreadl\_dagher@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Professora da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Email: morais.mariazinha@ufms.br

<sup>3</sup>Doutoranda em Ciência Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Email: mayara\_mitiko@hotmail.com; bruna\_biava@hotmail.com; catherinewalker@hotmail.com

<sup>4</sup>Mestranda em Ciência Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Email: terezagabrielacosta@gmail.com

<sup>5</sup>Graduando (a) do Curso de Zootecnia, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Email: rafataylor80@gmail.com; livialopesduarte@hotmail.com

**Resumo:** Os índices de eficiência alimentar utilizados para avaliação de desempenho de ruminantes incluem eficiência alimentar bruta (EAB) (kg ganho/ kg alimento consumido), conversão alimentar (CA) (kg alimento consumido/kg ganho), consumo alimentar residual (CAR) (consumo observado – consumo predito), entre outros. Os resultados de pesquisas obtidos até o momento indicam que a EAB e a CA são capazes de identificar animais eficientes no rebanho, porém por serem índices correlacionados com ganho de peso pode resultar no aumento do tamanho adulto dos animais e das exigências nutricionais. Já o CAR é um índice de eficiência alimentar obtido em função do peso corporal médio metabólico, assim não levaria ao aumento no peso adulto dos animais. No entanto, os animais eficientes pelo CAR podem apresentar menor deposição de gordura e redução da maciez da carne. Outro índice de eficiência recentemente proposto foi o Consumo e Ganho Residual (CGR) com o objetivo de identificar animais com menor consumo e maior ganho de peso, peso vivo final semelhantes para haver padronização das carcaças. Porém, informações na literatura sobre o CGR são escassas.

**Palavras-chave:** bovinos, consumo alimentar residual, consumo e ganho residual, ovinos

### FEED EFFICIENCY INDEXES FOR EVALUATION THE PERFORMANCE AND CARCASS OF RUMINANTS

**Abstract:** The feed efficiency indexes used for performance evaluation of ruminants including gain:feed ratio (G:F) computed by the ratio between average daily gain (ADG) (kg/d) and dry matter intake (DMI) (kg/d), feed:gain ratio (F:G) by between DMI (kg/d) and ADG (kg/d), residual feed intake (RFI, kg/d) (obtained the difference between observed intake and predict intake), among others. The results obtained indicate that F:G and G:F identify efficient animals in the herd, but because correlated with weight gain, a selection of individuals can result in increased adult size of animals and nutritional requirements. Already the residual feed intake (RFI) is the feed efficiency index obtained the weight mid-test metabolic body weight and not increase in weight of adult animals. However, efficient animals for RFI may be less fat deposition and reduced softness of meat. Another index of efficiency recently proposed is Residual Feed Intake and Gain (RG), to identify animals with lower intake and higher gain, and weight body similar to be standardization of the carcasses. However, information in the literature about the RFI are scarce.

**Keywords:** cattle, residual feed intake, residual feed intake and gain, sheep



## INTRODUÇÃO

Uma alternativa interessante para reduzir o impacto ambiental associado ao aumento da produção de ruminantes e melhorar a economicidade da atividade seria a intensificação do sistema de produção, com o confinamento dos animais a base de dietas de alto grão e a identificação de animais eficientes na utilização do alimento, capazes de ingerir menor quantidade de alimentos e garantir desempenhos e rendimentos de carcaça satisfatórios. É importante considerar a redução dos custos com alimentação, pois esta corresponde por cerca de 70% dos custos totais da produção de bovinos de corte (Liu et al., 2000).

A produção de animais mais eficientes poderá contribuir para a redução da produção de gás carbônico, metano e esterco, o aumento da capacidade de suporte das pastagens, a intensificação das áreas já exploradas e a redução de pressão por novas áreas. Resultados de pesquisas recentes evidenciam que animais eficientes emitem menos metano, tanto em quantidade absoluta quanto relativa ao consumo de matéria seca, sendo fator de relevância ao considerar os potenciais impactos negativos do aumento da produção de carne sobre o meio ambiente (Hegarty et al., 2005; Nkrumah et al., 2006; Millis et al., 2009). Além do benefício ambiental, a melhoria na eficiência alimentar implicaria em grande impacto econômico por se tratar de uma variável diretamente associada ao custo com alimentação.

Existem diversos índices de eficiência alimentar utilizados para identificação de animais superiores no aproveitamento de alimentos, como eficiência bruta (EB, kg ganho/kg alimento consumido), conversão alimentar (CA, kg alimento consumido/kg ganho), consumo alimentar residual (CAR), ganho residual (GR), consumo e ganho residual (CGR), entre outros. O CAR é um índice de eficiência alimentar obtido pela diferença entre o consumo observado e predito e por ser independente do peso corporal, não levaria ao aumento no peso adulto do rebanho (Koch et al., 1963). No entanto, é um índice pouco associado à lucratividade e pode afetar a composição da carcaça dos animais, especialmente a deposição de gordura subcutânea e o teor de extrato etéreo do contra-filé (Nascimento, 2011; Souza, 2012).

Outro índice de eficiência que não levaria ao aumento do peso adulto do rebanho é o CGR, calculado pela equação:  $-1 \cdot \text{CAR} + \text{GR}$ . Este índice foi recentemente proposto com o objetivo de identificar animais com menor consumo e maior ganho de peso, de forma que o peso vivo final não seja diferente entre os animais para haver padronização do peso das carcaças. Porém, são poucos resultados disponíveis (Nascimento et al. 2016) que descrevem os seus efeitos sobre a composição corporal, características de carcaça e qualidade de carne dos animais. Assim, a proposta desta revisão é levantar informações sobre avaliações de desempenho e carcaças de ruminantes pelo CAR e CGR.

## DESENVOLVIMENTO

### *Principais índices de eficiência alimentar para avaliação de ruminantes*

A identificação de animais eficientes tem sido reconhecida pela comunidade científica como uma importante estratégia para reduzir os custos da produção da carne por esta razão, tem sido alvo de muitas pesquisas desenvolvidas na última década. Apesar do aumento do número de estudos nos últimos anos, as discussões acerca dos índices de eficiência tiveram início em meados século XX (Kellner, 1909; Kleiber, 1936; Brody, 1945) e desde então, foram relatadas várias maneiras para calcular eficiência. Dentre os índices de eficiência mais estudados, destacam-se a eficiência parcial de crescimento, o índice de Kleiber, taxa relativa de crescimento, eficiência de manutenção, eficiência de produção, conversão alimentar, eficiência alimentar e consumo alimentar residual.

A eficiência parcial de crescimento é representada pela relação entre ganho de peso e consumo acima manutenção (Kellner, 1909), o índice de Kleiber é obtido da relação entre ganho médio diário e peso médio metabólico (Kleiber, 1936), a taxa relativa de crescimento é um índice de eficiência referente à relação entre ganho de peso e crescimento instantâneo do corpo (Fitzhugh & Taylor, 1971), a eficiência de manutenção é calculada pela relação entre ganho de peso e consumo de alimento para manutenção e a eficiência de produção da relação entre carne produzida pelo consumo de alimento.

Destes índices, a eficiência alimentar, obtida da razão entre o consumo e o ganho de peso, e a conversão alimentar, calculada pelo inverso desta relação, são os mais utilizados para identificação de animais eficientes (Schenkel et al., 2004). Embora sejam os mais conhecidos, a utilização destes como critério de identificação de animais eficientes é limitada, uma vez que são medidas brutas que não levam em consideração as diferenças nas exigências de manutenção e crescimento dos animais (Mrode et al. 1990; Bishop et al. 1991; Arthur et al., 1996) e são índices correlacionados com ganho de peso (Bishop et al.,



1991; Arthur et al., 2004), fato que pode resultar no aumento do tamanho adulto dos animais e das exigências nutricionais, o que implica na maior necessidade de alimentos. Além disso, o uso destas relações em programas de seleção poderá resultar em problemas associados com a predição das mudanças nas características de gerações futuras, uma vez que animais podem apresentar a mesma eficiência com consumo e ganho de peso bastante diferentes (Hoque & Suzuki, 2009).

Apesar de existirem ainda muitas dúvidas em relação ao melhor índice de eficiência a ser utilizado na produção de ruminantes, um que tem se destacado nas últimas décadas é o consumo alimentar residual (CAR). O CAR é um índice de eficiência alimentar obtido pela diferença entre o consumo observado e predito. O consumo predito é a quantidade de alimento que um animal deveria ingerir baseado no seu peso vivo médio e taxa de ganho de peso, cujo cálculo leva em consideração o peso vivo metabólico, que é associado à exigência de manutenção, e o ganho de pesos dos animais (Koch et al., 1963). Os animais classificados como CAR negativo (eficientes) são aqueles que apresentam CAR 0,5 desvio padrão menor que a média, CAR positivo (ineficientes) aqueles com CAR 0,5 desvio padrão maior que a média e animais com CAR entre -0,5 e 0,5 são considerados CAR médio (intermediários).

Assim, o animal classificado como CAR positivo indica que o mesmo apresenta maior consumo alimentar observado do que o estimado ou predito para um determinado nível de produção, ou seja, é ineficiente. Por outro lado, um valor negativo do CAR indica que o consumo observado foi menor que o predito, ou seja, o animal é mais eficiente e aproveita melhor o alimento para expressar o mesmo ganho de peso. O CAR, assim como ganho residual (GR) e consumo e ganho residual (CGR) que serão descritos a seguir, é um dado individual calculado após um período de alimentação de no mínimo 70 dias em bovinos (Moore et al., 2009; Castilhos et al. 2011; Wang et al. 2006) e até 60 dias em ovinos (Knott et al., 2008). Para obtenção dos resultados de eficiência, os animais são avaliados em baias individuais para obtenção do consumo diário de matéria seca e são realizadas pesagens a cada 14 dias para o cálculo do ganho médio diário. Por ser um índice ajustado para peso, a seleção de animais eficientes pelo CAR aparentemente não levaria ao aumento no peso adulto do rebanho, como a eficiência bruta (Herd & Bishop, 2000; Arthur et al., 2001a,b).

As correlações entre CAR e ganho de peso obtidas são próximas de zero (Archer et al, 1998; Herd & Bishop, 2000; Arthur et al, 2001a, 2001b), ou seja, é um índice independente do peso do animal. A variabilidade no consumo alimentar residual apresenta amplitudes consideráveis, sendo uma característica de moderada herdabilidade, com estimativas publicadas entre 0,18 a 0,35 (Koch et al., 1963; Fan et al., 1995; Arthur et al., 1997, 2001b; Archer et al., 1998; Renand et al., 1998; Herd & Bishop, 2000; Robinson & Oddy, 2004), fato que sugere que o CAR é uma característica que pode ser transmitida entre gerações. Além da independência do peso, o CAR possibilita dentro de uma população a identificação de indivíduos com menor consumo e que apresentam peso e ganhos semelhantes.

Para a identificação de indivíduos de melhor ganho de peso, Crowley et al. (2010) estudaram o índice GR, que apresenta o princípio e cálculo similar ao CAR, sendo obtido pela diferença entre ganho de peso observado e predito. O GMD observado é calculado por regressão linear entre o tempo e o peso corporal obtido a cada 14 dias durante 70 dias de experimento. O GMD predito é calculado por equação de regressão múltipla do GMD observado em função do peso médio metabólico (kg) e consumo de matéria seca (kg/dia) (Koch et al., 1963). Crowley et al. (2010) verificaram que o GR foi associado com taxas de crescimento mais rápidas, mas por outro lado, não foi capaz de detectar diferenças de consumo de alimentos entre os indivíduos, que também é uma variável determinante do lucro.

As classes também são estabelecidas com base no desvio padrão da média, onde os animais classificados como GR negativo (ineficientes) são aqueles que apresentam GR 0,5 desvio padrão menor que a média, GR positivo (eficientes) aqueles com GR 0,5 desvio padrão maior que a média e os animais com GR entre -0,5 e 0,5 são considerados GR médio (intermediários). A diferença em relação ao CAR é que no GR os fenótipos desejados são os animais com GR positivo, ou seja, aqueles que ganham mais peso do que o predito são mais eficientes em relação aos seus contemporâneos (Berry & Crowley, 2013).

Além do CAR e GR, recentemente foi elaborado por Berry e Crowley et al. (2012) o índice CGR. O CGR é calculado pela soma de  $-1 \times \text{CAR}$  e GR de cada animal, ambos calculados em função do peso médio metabólico, fato que o torna independente do peso corporal. Assim como no CAR e GR, as classes de eficiência são estabelecidas considerando 0,5 de desvio padrão acima ou abaixo da média, como os limites entre as classes. Portanto, a melhoria da eficiência para essas características não eleva o tamanho e o peso corporal adulto dos animais (Fernandes et al., 2014). Essa medida de eficiência tem como objetivo identificar animais de crescimento mais acelerado e que ao mesmo tempo, consomem



menos alimento sem diferenças no peso corporal final. Aqui os fenótipos desejados são os animais com CGR positivo (eficientes).

#### **Desempenho de animais eficientes pelo CAR e CGR**

Em um experimento realizado por Redden et al. (2010), as ovelhas foram classificadas em dois grupos de CAR, os eficientes (CAR negativo) e os ineficientes (CAR positivo). Os ganhos de peso foram similares para ambos os grupos, porém, as ovelhas eficientes consumiram aproximadamente 20% menos alimento. Ao avaliarem eficiência alimentar de cordeiros em confinamento, Sharifabadi et al. (2012) verificaram que os animais com CAR negativo apresentaram redução de 110 g/dia no consumo de alimentos e ganho médio diário similar aos animais de CAR positivo. As médias de peso corporal final e ganho médio diário são geralmente similares entre as diferentes classes de CAR (Paula et al., 2013; Redden et al., 2013a, b), contudo o consumo de alimento dos animais mais eficientes é menor.

Cockrum et al. (2013) ao avaliarem a eficiência 15% dos carneiros classificados como CAR positivo e 15% como CAR negativo observaram reduções no consumo na ordem de 1,2 kg/dia em média pelos indivíduos mais eficientes. Esses resultados corroboram com os dados publicados na literatura relacionados à avaliação de eficiência alimentar de ovinos pelo CAR (Muro-Reyes et al., 2011; Cockrum et al., 2013; Paula et al., 2013; Redden et al., 2013b). Outros estudos com ovinos observaram que animais classificados como eficientes pelo CAR têm apresentado reduções da ordem de 15 a 30% no CMS (Muro-Reyes et al., 2011; Redden et al., 2013b).

Berry & Crowley et al. (2012) avaliaram a eficiência pelo CGR de bovinos confinados e observaram queos animais mais eficientes (CGR positivo) apresentaram menor consumo de matéria seca (10,4 vs 11,0 kg/dia) e ganho de peso superior (1,81 vs 1,40 kg/dia) em relação aos animais ineficientes (CGR negativo). Neste estudo o CGR foi positivamente correlacionado com ganho médio diário ( $r = 0,40$ ) e não foi observada correlação entre CGR e peso vivo final. Nascimento et al. (2016) ao estudarem novilhos Nelore verificaram que novilhos Nelore mais eficientes (CGR positivo) reduziram o consumo de MS e nutrientes digestíveis totais e apresentaram maior GMD em relação aos ineficientes (1,37 kg/dia vs 1,09 kg/dia, respectivamente). Chaves (2013) avaliaram bovinos identificados pelo CGR e observou relação do CMS e consumo de nutrientes digestíveis totais com o CGR e constataram que os animais mais eficientes apresentaram CMS 11,7% menor comparados aos ineficientes.

#### **Características de carcaça e qualidade da carne de animais eficientes – CAR e CGR**

Gomes et al. (2012) avaliaram características de carcaça de novilhos Nelore confinados e não observaram diferenças significativas entre peso de carcaça quente e rendimento de carcaça quente, assim como Reis et al. (2015) quando avaliaram carcaças de novilhas mestiças classificadas pelo CAR também não observaram alterações nos pesos e rendimentos. Nascimento et al. (2016) avaliaram 575 novilhos classificados pelo CGR e não encontraram diferenças no rendimento de carcaça quente e rendimento dos cortes cárneos entre os animais mais eficientes e ineficientes, resultados similares aos obtidos por Fidelis et al. (2017) quando avaliaram CAR em novilhos Nelore confinados.

Em alguns estudos de eficiência alimentar observa-se mudanças na composição da carcaça, com a produção de carcaças mais magras, com menor quantidade de gordura intramuscular e acabamento (Archer et al., 1999; Basarab et al., 2003; Carstens et al., 2002; Herd et al., 2004; Robinson et al., 2004; Kelly et al., 2011). Leme & Gomes (2007) avaliaram características de carcaça de novilhos zebuínas e constataram que animais mais eficientes pelo CAR apresentaram menor deposição de gordura subcutânea e maior AOL, indicando que os animais eficientes apresentaram um ganho maior em proteína e menor em gordura. Knott et al. (2003) também encontraram menor EGS em novilhos de CAR negativo. Fidelis et al. (2017) quando avaliaram a quantidade de gordura obtida na desossa do traseiro de novilhos Nelore observaram redução de 9% na apara obtidas dos cortes.

Quando se avalia a composição da carcaça dos animais classificados pelo CGR, não se observa efeitos negativos no acabamento. Nascimento et al. (2016) quando avaliaram novilhos classificados pelo CGR constataram maior AOL em animais mais eficientes, mas sem diferenças na EGS, sugerindo maior deposição muscular em animais CGR positivos. Com relação a qualidade da carne, observa-se na literatura alguns resultados que indicam redução da maciez dos cortes cárneos de animais eficientes. Zorzi et al. (2013) não observaram diferenças significativas entre os valores de pH e intensidade da cor vermelha e amarela no músculo *Longissimus dorsi* (contra-filé) de novilhos Nelore eficiente pelo CAR, no entanto verificaram maiores valores de força de cisalhamento em relação a animais ineficientes. Nascimento et al. (2016) avaliaram a qualidade da carne de novilhos classificados pelo CAR e CGR e





também não observaram diferenças nos valores de pH e intensidade da cor vermelha e amarela, mas constataram maior valor de força de cisalhamento no contra-filé de animais eficientes pelo CAR. Os autores atribuíram esses resultados ao menor teor de extrato etéreo intramuscular da carne dos animais CAR negativo.

Por outro lado, Reis et al. (2015) quando avaliaram a qualidade da carne de 31 novilhas cruzadas classificadas pelo CGR não observaram diferenças entre os valores de maciez e coloração do lombo, assim como Ribeiro et al. (2012) quando avaliaram 40 novilhos Zebu de três classes de CAR não observaram diferenças nos valores de maciez da carne e Fideleis et al. (2017), que também não observaram alterações na qualidade da carne de 127 novilhos Nelore classificados pelo CAR.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

O CAR e CGR são índices que apresentam efeitos distintos no desempenho e carcaças dos animais. O CAR tem potencial para identificação de animais com menor consumo de alimentos, que pode trazer benefícios econômicos ao produtor, mas a composição da carcaça pode ser alterada. No caso do CGR, além de contribuir para redução nos investimentos em dietas, ainda pode reduzir ciclo de produção por proporcionar taxas de ganho mais rápidas e produzir carcaças com características satisfatórias.

### LITERATURA CITADA

- ARCHER, J. A.; RICHARDSON, E. C.; HERD, R. M. et al. Potential for selection to improve efficiency of feed use in beef cattle: a review. *Aust. J. Agric. Sci.*, v.50, n.2, p.147-161, 1999.
- 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. *J. Anim. Sci.*, v.79, n.11, p.2805-2811, 2001.
- ARTHUR, P.F.; ARCHER, J.A.; HERD, R.M. Feed intake and efficiency in beef cattle: Overview of recent Australian research and challenges for the future. *Aust. J. Exp. Agric.*, v. 44, p. 361-369, 2004.
- BERRY, D. P.; CROWLEY, J. J. Residual intake and gain: A new measure of efficiency in growing cattle. *J. Anim. Sci.*, v.90, n.1, p.109-115, 2012.
- BERRY, D. P.; CROWLEY, J. J. Cell Biology Symposium: Genetics of feed efficiency in dairy and beef cattle. *J. Anim. Sci.*, v.91, n.4, p.1594-1613, 2013.
- BISHOP, M.D.; DAVIS, M.E.; HARVEY, W.R. et al. Divergent selection for postweaning feed conversion in Angus beef cattle: II. Genetic and phenotypic correlations and realized heritability estimate. *J. Anim. Sci.*, v. 69, p. 4360-4367, 1991.
- BRODY, S. Bioenergetics and growth, with especial reference to the efficiency complex in domestic animals. New York: Reinhold Publ., 1945. 1023 p.
- CARSTENS, G.E.; THEIS, C.M.; WHITE, M.B. et al. Relationships between net feed intake and ultrasound measures of carcass composition in growing beef steers. *Beef Cat. Res. Texas*, p. 31-34, 2002.
- CASTILHOS, A.M.; BRANCO, R.H.; RAZOOK, A.G. et al. Test post-weaning duration for performance, feed intake and feed efficiency in Nelore cattle. *R. Bras. Zootec.*, v. 40, p.301-307, 2011.
- COCKRUM, R. R.; STOBART, R. H.; LAKE, S. L. ET AL. Phenotypic variation in residual feed intake and performance traits in rams. *Small Rum. Res.*, v.113, p. 313-3223, 2013.
- CROWLEY, J. J.; MCGEE, M.; KENNY, D. A. et al. Phenotypic and genetic parameters for different measures of feed efficiency in different breeds of Irish performance-tested beef bulls. *J. Anim. Sci.*, v.88, p.885-894, 2010.
- FAN, L.Q.; BAILEY, D.R.C.; SHANNON, N.H. Genetic parameter estimation of postweaning gain, feed intake and feed efficiency for Hereford and Angus bulls fed two different diets. *J. Anim. Sci.*, v. 73, p. 365-372, 1995.
- FERNANDES, A. R. M.; SAMPAIO, A. A. M.; OLIVEIRA, E. A. et al. Ácidos graxos da gordura de cobertura do contrafilé de bovinos Nelore e Canchim terminados em confinamento e alimentados com diferentes níveis de concentrado nas dietas. *R. Semina*, v.35, n.1, p.467-476, 2014.
- FIDELEIS, H. A.; BONILHA, S. F.; TEDESCHI, L. O. et al. Residual feed intake, carcass traits and meat quality in Nelore cattle. *Meat Sci.*, v.128, p. 34-39, 2017.

Formatiert: Einzug: Links: 0 cm, Hängend: 0,5 cm

Formatiert: Schriftartfarbe: Automatisch

Formatiert: Schriftart:

Formatiert: Einzug: Links: 0 cm, Hängend: 0,5 cm, Abstand zwischen asiatischem und westlichem Text anpassen, Abstand zwischen asiatischem Text und Zahlen anpassen

Formatiert: Schriftartfarbe: Automatisch

Formatiert: Einzug: Links: 0 cm, Hängend: 0,5 cm

Formatiert: Schriftart:

Formatiert: Einzug: Links: 0 cm, Hängend: 0,5 cm, Abstand zwischen asiatischem und westlichem Text anpassen, Abstand zwischen asiatischem Text und Zahlen anpassen

Formatiert: Schriftart:

Formatiert: Schriftart:

Formatiert: Schriftart:

Formatiert: Schriftartfarbe: Automatisch

Formatiert: Einzug: Links: 0 cm, Hängend: 0,5 cm

Formatiert: Schriftart: Nicht Fett

Formatiert: Einzug: Links: 0 cm, Hängend: 0,5 cm, Abstand zwischen asiatischem und westlichem Text anpassen, Abstand zwischen asiatischem Text und Zahlen anpassen

Formatiert: Schriftart: Nicht Fett

Formatiert: Einzug: Links: 0 cm, Hängend: 0,5 cm

Formatiert: Schriftart: Nicht Fett

Formatiert: Einzug: Links: 0 cm, Hängend: 0,5 cm, Abstand zwischen asiatischem und westlichem Text anpassen, Abstand zwischen asiatischem Text und Zahlen anpassen

Formatiert: Schriftart: Nicht Fett



FITZHUGH JUNIOR, H. A.; TAYLOR, C. S. Genetic analysis of degree of maturity. *J. Anim. Sci.* v.33, n.4, p.717-725, 1971.

GOMES, R. C.; SAINZ, R. D.; SILVA, S. L. et al. Feedlot performance, feed efficiency reranking, carcass traits, body composition, energy requirements, meat quality and calpain system activity in Nellore steers with low and high residual feed intake. *Livestock Sci.*, v.150, p.265-273, 2012.

HEGARTY, R. S.; GOOPY, J. P.; HERD, R. M. et al. Cattle selected for lower residual feed intake have reduced daily methane production. *J. Anim. Sci.*, v.85, n.6, p.1479-1486, 2007.

HERD, R.M.; BISHOP, S.C. Genetic variation in residual feed intake and its association with other production traits in British Hereford cattle. *Livest. Prod. Sci.*, v. 63, p. 111-119, 2000.

HERD, R.M.; ARCHER, J.A.; ARTHUR, P.F. Reducing the cost of beef production through genetic improvement in residual feed intake: Opportunity and challenges to application. *J. Anim. Sci.*, v. 81, p. 9-17, 2003.

HOQUE, M.A.; SUZUKI, K. Genetics of residual feed intake in cattle and pigs: a review. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, v. 22, n. 5, p. 747-755, 2009.

RIBEIRO, J. S.; GONÇALVES, T. M.; LADEIRA, M; M. Residual feed intake and its effect on carcass and meat characteristics of feedlot Zebu cattle. *R. Bras. Zootec.* v. 41, p. 633-641, 2012.

KELLNER, O. The scientific feeding of animals. New York: MacMillan, 1909. 404 p.

KELLY, A.K.; MCGEE, M.; CREWS JR, D.H. et al. Relationship between body measurements, metabolic hormones, metabolites and residual feed intake in performance tested pedigree beef bulls. *Livest. Sci.*, v.135, p. 8-16, 2011.

KLEIBER, M. Problems involved in breeding for efficiency of food utilization. *J. Anim. Sci.*, v. 19, p. 247-258, 1936.

KNOTT, S. A.; CUMMINS, L. J.; LEURY, B. J. et al. The use of different models for the estimation of residual feed intake (RFI) as a measure of feed efficiency in meat sheep. *Anim. Feed Sci. Tech.*, v.143, p.242-255, 2008.

KOCH, R. M.; SWIGER, L. A.; CHAMBERS, D. et al. Efficiency of feed use in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, v.22, p.486-494, 1963.

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, Peru. Anais... XX Reunión Asociación Latinoamericana de Producción Animal (ALPA), 2007.

LIU, M. F.; GOONEWARDENE, L.A.; BAILEY, D.R.C.; et al. A study in the variation of feed efficiency in station tested beef bulls. *Can. J. Anim. Sci.*, v.80, p.435-441, 2000.

MILLIS, JAN; CROMPTON, L.A.; BANNINK, A. et al. Predicting methane emissions and nitrogen excretion from cattle. *The Journal of Agricultural Science, Collingwood*, v. 147, p.741, 2009.

MOORE, S. S.; MUJIBI, F. D.; SHERMAN, E. L. Molecular basis for residual feed intake in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, v.87, p.41-47, 2009.

MRODE, R.A.; SMITH, C.; THOMPSON, R. Selection for rate and efficiency of lean gain in Hereford cattle. II. Evaluation of correlated responses. *R. Anim. Prod.*, v. 51, p. 35-46, 1990.

Muro-Reyes, A. M.; Gutierrez-Banuelos, H.; Diaz-Garcia, L. H. et al. Potential environmental benefits of residual feed intake as strategy to mitigate methane emissions in sheep. *J. Anim. Vet. Adv.*, v. 10, p. 1551-1556, 2011.

NASCIMENTO, M. L. Eficiência alimentar e suas associações com lucro, características de carcaça e qualidade de carne de bovinos Nelore. 2011. 118p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura (Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011).

NASCIMENTO, M. L.; SOUZA, A. R. D. L.; CHAVES, A. S. et al. Feed efficiency indexes and their relationships with carcass, non-carcass and meat quality traits in Nellore steers. *Meat Sci.*, v. 116, p. 78-85, 2016.

NKRUMAH, J. D.; OKINE, E. K.; MATHISON, G. W. et al. Relationships of feedlot feed efficiency, performance, and feeding behavior with metabolic rate, methane production, and energy partitioning in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, v.84, p.145-153, 2006.

PAULA, E. F. E.; MONTEIRO, A. L. G.; SOUZA, D. F. et al. Consumo alimentar residual e sua relação com medidas de desempenho e eficiência e características in vivo da carcaça de cordeiros. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.65, p.566-572, 2013.

Redden, R. R.; Surber, L. M. M.; Grove, A. V. et al. Effects of residual feed intake classification and method of alfalfa processing on ewe intake and growth. *J. Anim. Sci.*, v. 92, p. 830-835, 2013a.

Formatiert: Schriftartfarbe: Automatisch

Formatiert

Formatiert: Einzug: Links: 0 cm, Hängend: 0,5 cm

Formatiert: Schriftart: Nicht Fett

Formatiert: Schriftart: Nicht Fett

Formatiert

Formatiert: Schriftart: Nicht Fett

Formatiert: Schriftart: Nicht Fett

Formatiert: Schriftart: Nicht Fett

Formatiert

Formatiert

Formatiert: Schriftart:

Formatiert

Formatiert: Schriftart:

Formatiert

Formatiert: Schriftart:

Formatiert

Formatiert

Formatiert

Formatiert: Schriftart:

Formatiert

Formatiert

Formatiert

Formatiert: Schriftart:

Formatiert

Formatiert

Formatiert

Formatiert

Formatiert

Formatiert: Englisch (USA)

Formatiert

Formatiert

Formatiert: Schriftart: Nicht Fett

Formatiert

Formatiert

Formatiert

Formatiert

Formatiert





- REDDEN, R. R.; SURBER, L. M. M.; GROVE, A. V. et al. Growth efficiency of ewe lambs classified into residual feed intake groups and pen fed a restricted amount of feed. *Small Rum. Res.*, v.114, n.2-3, p.214-219, 2013b.
- REDDEN, R.; SURBER, L.; ROEDER, B.; KOTT, R. Growth rate alters residual feed intake and feeding behavior in yearling ewes. In: U.S. Sheep Research and Outreach Programs, 2010, Tennessee. *Proceedings...Tennessee*, p.26-28.
- REIS, S. F.; FAUSTO, D. A.; MEDEIROS, S. R. et al. Feed efficiency and meat quality of crossbred beef heifers classified according to residual feed intake. *R. Bras. S. Prod. Anim.*, v. 16, p.632 - 642, 2015.
- Ribeiro, E. L. A.; Oliveira, H. C.; Castro, F. A. B. et al. Desempenho em confinamento e componentes do peso vivo de cordeiros mestiços de três grupos genéticos. *Ciê. R.*, v. 39, p. 2162-2168, 2009.
- SCHENKEL, F.S.; MILLER, S.P.; WILTON, J.W. Genetic parameters and breed differences for feed efficiency, growth, and body composition traits of young beef bulls. *Can. J. Anim. Sci.*, v. 84, p. 177-185, 2004.
- SHARIFABADI, H.R.; ZAMIRI, M.J.; ROWGHARI, E. et al. Relationship between the activity of mitochondrial respiratory chain complexes and feed efficiency in fat-tailed Ghezel lambs. *J. Anim. Sci.*, v.90, n.6, p. 1807-1815, 2012.
- SOUZA, A. R. D. L. Relações entre eficiência alimentar, características de carcaça e qualidade de carne de novilhos Nelore. 2012. 96 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.
- WANG, Z.; NKURUMAH, J.D.; BASARAB, J.A. et al. Test duration for growth, feed intake, and feed efficiency in beef cattle using the GrowSafe System. *J. Anim. Sci.*, v. 84, p.2289-2298, 2006.
- ZORZI, K.; BONILHA, S. F.; QUEIROZ, A.C. et al. Meat quality of young Nelore bulls with low and high residual feed intake. *Meat Sci.*, v. 93, p. 593 – 599, 2013.

**Formatiert:** Englisch (USA)

**Formatiert:** Einzug: Links: 0 cm, Hängend: 0,5 cm

**Formatiert:** Schriftart: Nicht Fett

**Formatiert:** Schriftart: Nicht Fett

**Formatiert:** Schriftart: Nicht Fett

**Formatiert:** Englisch (USA)

**Formatiert:** Absatz-Standardschriftart, Schriftart: 11 Pt.

**Formatiert:** Schriftart: Nicht Fett

**Formatiert:** Schriftartfarbe: Automatisch, Nicht Großbuchstaben

**Formatiert:** Einzug: Links: 0 cm, Hängend: 0,5 cm, Absatzkontrolle, Abstand zwischen asiatischem und westlichem Text anpassen, Abstand zwischen asiatischem Text und Zahlen anpassen

**Formatiert:** Schriftartfarbe: Automatisch, Englisch (USA), Nicht Großbuchstaben

**Formatiert:** Schriftartfarbe: Automatisch, Nicht Großbuchstaben

**Formatiert:** Schriftartfarbe: Automatisch, Portugiesisch (Brasilien)

**Formatiert:** Schriftart:

**Formatiert:** Schriftart: Nicht Fett

**Formatiert:** Schriftart:

**Formatiert:** Schriftart: Nicht Fett, Englisch (USA)

**Formatiert:** Schriftart: Nicht Fett

**Formatiert:** Schriftart:

**Formatiert:** Schriftart: Nicht Fett

**Formatiert:** Schriftart:

**Formatiert:** Schriftartfarbe: Automatisch

**Formatiert:** Einzug: Links: 0 cm, Hängend: 0,5 cm

**Formatiert:** Schriftart: Nicht Fett