

EQUIPAMENTOS, INSTALAÇÕES E PROTOCOLOS DE MENSURAÇÃO DE CONSUMO DE MATERIA SECA EM BOVINOS

Welder Angelo Baldassini^{1*}; Antônio Carlos R. dos Santos¹; Geovani B. Feltrin¹; Marcelo Aranda da Silva Coutinho¹; André Lasmar Guimarães²; Maria Eugênia Z. Mercadante²; Amália Saturnino Chavez³; Dante Pazzanese D. Lanna¹

SAP 11528 Data envio: 23/03/2015 Data do aceite: 02/07/2015
Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 15, n. 1, jan./mar., p. 5-14, 2016

RESUMO - Dados de consumo de matéria seca (CMS) são fundamentais para o cálculo dos índices de eficiência alimentar, os quais norteiam as tomadas de decisões nos programas de seleção genética. Objetivou-se abordar as tecnologias disponíveis para medir o CMS em bovinos, os protocolos de mensuração de consumo, bem como a utilização destes nas avaliações genéticas. Entre as tecnologias, a identificação eletrônica por rádio frequência, acoplada a cochos com pesagem e armazenamento dos dados pode ser usada para o monitoramento do CMS ao longo do dia. Quando feito em baias individuais, o confinamento pode alterar o comportamento, desempenho e eficiência alimentar, e, conseqüentemente, a relevância dos dados nessas instalações pode ser questionada. O *Calan-gate* é um equipamento alternativo para baias coletivas, contudo animais dominantes podem conseguir acesso ao alimento dos subordinados. Já o *GrowSafe*, além de registrar o CMS de cada animal, efetua a medição do tempo (duração) e frequência (quantas vezes o animal frequenta o cocho). Visando qualidade dos dados de CMS e eficiência alimentar, os testes de desempenho devem ter duração mínima de 70 dias, contudo esse tempo pode variar de acordo com as diferenças biológicas entre os animais e variabilidade associada ao erro de medição. Vários trabalhos demonstram que existe de moderada a forte correlação genética entre os dados de CMS e os índices de eficiência alimentar, mostrando que considerável variação para esta característica existe entre os animais. Com isso, a seleção genética utilizando essas características aumentaria consideravelmente a rentabilidade no sistema de produção de bovinos de corte, sendo que a acurácia e precisão na mensuração do CMS são fundamentais nesse processo.

Palavras-chave: avaliações genéticas, bovinos, consumo, eficiência alimentar, tecnologias.

EQUIPMENTS, HOUSING TYPE AND MEASUREMENTS PROTOCOLS OF DRY MATTER INTAKE IN CATTLE

ABSTRACT - Data of dry matter intake (DMI) individually measured in animals are critical to the feed efficiency (FE) indexes. This information guide the decisions made in breeding programs. Here, the objective was describes the technologies and protocols available to measure the DMI in cattle and the use of these information on genetic evaluations. The electronic identification by radio frequency when coupled with weighing bunks (plus storage of data) can be used for monitoring the DMI throughout the day. When performed at individual pens, the cattle feedlot may change the behavior, performance and, consequently, the FE. Thus, the relevance of data at these housing types can be questioned. *Calan-gate* is an alternative system for collective pens, however, dominant animals can get access to food of subordinates. In the *GrowSafe System* it is possible obtained data of DMI plus the time (duration) and frequency (bunk attendance). Studies indicate that changes in DMI are due to interactions and behavior of animals in collective pens. In the context of genetic evaluation, although individual pens (IP) are useful for measuring DMI, this condition is not representative. Data from IP can negatively impact on estimates of heritability for DMI and FE. Several studies have shown that there is moderate to strong genetic correlation between the DMI data and FE indexes, showing considerable variation exists among animals. Thus, genetic selection using these features greatly increase profitability in the beef cattle production system. Additionally, the accuracy and precision in the measurement of DMI are critical in this process.

Key words: beef cattle, feed efficiency, genetic evaluation, intake, technologies.

¹Universidade de São Paulo, USP, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", ESALQ, Piracicaba, São Paulo, Brasil. E-mail: welder.ab@zootecnista.com.br. *Autor para correspondência

²Instituto de Zootecnia, Agência Paulista de Tecnologia do Agronegócio, APTA, Bovinos de Corte, Sertãozinho, São Paulo, Brasil

³Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG

INTRODUÇÃO

A inclusão de índices de eficiência alimentar, tais como eficiência alimentar bruta, taxa de conversão alimentar, taxa relativa de crescimento, eficiência parcial de crescimento, consumo alimentar residual (CAR) e consumo e ganho residual (CGR) (BERRY; CROWLEY, 2012; GOMES et al., 2012; SANTANA et al., 2014), podem trazer vários benefícios para o sistema de produção e para a indústria, uma vez que a seleção genética com base nessas características podem melhorar a rentabilidade do sistema e diminuir o impacto ambiental (BASARAB et al., 2003).

Apesar de vantajosa, a seleção para eficiência alimentar tem sido relegada ao segundo plano, principalmente devido à dificuldade de se obter o consumo alimentar individual dos animais. A acurácia e consistência dos dados de consumo de matéria seca (CMS) obtidos de cada animal são fundamentais para o cálculo dos índices de eficiência alimentar, para tanto, é indispensável conhecer as principais formas de mensuração de consumo bem como os protocolos adequados, uma vez que qualquer redução seja no custo ou no trabalho de mensuração em si, pode trazer benefícios para o sistema de produção.

Apesar de laboriosa a capacidade de coleta de dados de CMS aumentou extraordinariamente devido à evolução dos equipamentos e softwares. O investimento em tecnologia, equipamentos, dispositivos eletrônicos e softwares acoplados a comedouros (ou cochos) automáticos permitiram medidas constantes e possivelmente mais acuradas do CMS. Entretanto, embora sejam dispositivos de elevada tecnologia, estudos com suínos têm indicado variações nos dados obtidos com equipamentos eletrônicos de monitoramento do consumo e peso vivo (PV) (CHEN et al., 2010). Por outro lado, no trabalho manual tradicional, o erro humano é sempre a principal fonte de imprecisão. Nessas situações, informações podem ser gravadas de forma inapropriada e acumular erros, gerando dados que podem não representam o real valor do CMS (ARTHUR et al., 2004).

Ressalta-se também que a pesquisa em genética, aspectos econômicos do CMS e a utilização dos índices de eficiência alimentar (EA) nos programas de seleção acompanharam tal evolução. Nesse âmbito, encontra-se também a otimização de ferramentas para a seleção de múltiplas características que incorporam o CMS considerando sua importância econômica (CREWS; CARSTENS, 2012). Adicionalmente, a correta utilização das características de EA nos programas de melhoramento genético exige estudo aprofundado da variabilidade genética aditiva para cada característica e das correlações genéticas relacionadas ao CMS (GRION et al., 2014).

Além dos equipamentos e instalações, outros fatores são determinantes para a qualidade dos dados de CMS, tais como: informações que antecedem os testes de desempenho (*i.e.*, informações pré-testes), idade dos animais em teste, período de adaptação à dieta e instalações, nível energético da(s) dieta(s) em energia metabolizável (Mcal kg⁻¹ de MS), lotação das baias (em

função do número de cochos), informações de composição corporal e a auditoria dos dados (CREWS; CARSTENS, 2012). Assim, os objetivos dessa revisão incluem uma abordagem dos aspectos relacionados às tecnologias disponíveis para medir o CMS em bovinos, dos protocolos de mensuração, da interpretação e a qualidade dos dados obtidos, bem como da utilização destes nas avaliações genéticas dos animais.

DESENVOLVIMENTO

Tecnologias para identificação individual

Identificação individual é a componente chave para monitorar o consumo e desempenho dos animais em qualquer sistema de produção, seja para aplicação na indústria ou na pesquisa. Os equipamentos eletrônicos e sistemas de identificação de bovinos nos confinamentos possuem três componentes básicos: *i*) dispositivo contendo a identificação única codificada para cada animal; *ii*) dispositivo de ativação para reconhecimento do código; e *iii*) software instalado em um computador que efetua a combinação dos dados coletados e as relações entre esses dados. Código de barras e leitura por infravermelho é a tecnologia mais utilizada para identificação de produtos e preços pela indústria. Propriedades intrínsecas como alta confiabilidade, baixa quantidade de problemas eletrônicos e a fácil utilização são os principais fatores que explicam a grande adoção dessa tecnologia. Para bovinos, brincos com códigos de barras são menos onerosos do que sistemas de identificação por rádio frequência (SIRF). Por essa razão, alguns produtores canadenses têm optado por tal tecnologia como um dos métodos de identificação de bovinos (McALLISTER et al., 2000).

No Brasil, o uso de tecnologias de identificação dos animais ainda é reduzido. Isso pode ser explicado, ao menos em parte, pelo pequeno número de animais confinados quando comparado a países como os Estados Unidos da América e Canadá. No Brasil, a produção de bovinos de corte é baseada principalmente na exploração de raças zebuínas em sistemas de pastagens, com ênfase na utilização da raça Nelore (FERRAZ; FELÍCIO, 2010). Além disso, os confinamentos brasileiros são tipicamente utilizados como uma estratégia para manter o fornecimento constante de carne bovina, especialmente durante a estação seca (COSTA JÚNIOR et al., 2013). Nos confinamentos, o SIRF pode ser usado para o monitoramento dos animais ao longo do dia. Ao se colocar os leitores em locais estratégicos (*e.g.*, cochos, bebedouros, cochos de minerais) é possível obter informações sobre a variabilidade das características comportamentais ligadas ao CMS e desempenho produtivo (McALLISTER et al., 2000).

Instalações individuais e coletivas

Medir o CMS individual de bovinos em baias coletivas é um grande desafio, pois além do aspecto comportamental, a automação da coleta de dados nesse processo também acrescenta dificuldades. Dentro desse contexto, quatro obstáculos conceituais precisam ser superados para executar essa tarefa. Inicialmente é a

identificação do animal, e, posteriormente, é preciso pesar a quantidade de alimentos consumidos pelos animais. Em seguida, interligar o peso da ração consumida com o *tag* (i.e., brinco, colar, *transponder* ou outro) de identificação do animal e, por último, resumir facilmente os dados registrados em relatório utilizável (DAHLKE et al., 2008). Em baias coletivas outro ponto importante é a lotação, especialmente o número de animais por cochos, que deve ser ajustado em função da idade, peso e densidade energética das dietas em teste (CREWS; CARSTENS, 2012).

O confinamento dos animais em baias individuais ou instalações tipo *tie stall* permite a obtenção de medidas fisiológicas como frequência cardíaca, temperatura, pH e CMS. Entretanto, em baias individuais, o confinamento altera o comportamento dos animais e, por vezes, podem alterar o desempenho produtivo por impossibilitar qualquer tipo de interação social entre os animais, comportamentos que ocorrem quando os animais são mantidos em baias coletivas. Consequentemente, a relevância dos dados coletados com bovinos em baias individuais pode ser extensivamente questionada (McALLISTER et al., 2000).

Por outro lado, outros autores mostraram que não existe diferença no desempenho dos animais quando submetidos a baias individuais ou coletivas (CRUZ et al., 2010; NASCIMENTO et al., 2010). Os efeitos do tipo de baia parecem ser mais evidentes quando os animais são alimentados apenas uma vez por dia, mostrando que a utilização de baias individuais não prejudica o desempenho dos animais desde que eles sejam estimulados ao consumo pelo menos duas vezes por dia (CRUZ et al., 2010).

Equipamentos para medir o consumo alimentar de bovinos

Calan-gate

O sistema *Calan-gate* (<http://americancalan.com>) pode ser utilizado em baias coletivas de grande extensão para medir o CMS de cada animal. No *Calan-gate*, cada baia devidamente numerada, possui um controlador individual de acesso ao cocho de alimentação. Contudo, problemas elétricos ou eletrônicos eventualmente ocorrem, restringindo o acesso ao alimento e, conseqüentemente, limitando o consumo dos animais. Adicionalmente, os animais dominantes nas baias podem conseguir acesso ao alimento e prejudicar o CMS dos bovinos subordinados (McALLISTER et al., 2000).

Nos estudos com bovinos de corte, as comparações entre o *Calan-gate* e outros sistemas são escassas. Já para vacas de leite, Ferris et al. (2006) estudaram o consumo e o comportamento alimentar dos animais em baias coletivas (*Calan-gate* vs. *Easy Feed*). No sistema *Calan-gate*, a abertura das baias era controlada por *transponders* acoplados em colar utilizados pelos animais. No sistema *Easy Feed*, as barras de acesso aos comedouros foram removidas, deixando três espaços de alimentação com 122 cm cada, separadas por barras de aço vertical. Não houve diferença no CMS (média de quatro animais por baia) nas instalações *Calan-gate* (15,6 kg d⁻¹) e *Easy Feed* (15,4 kg d⁻¹). Entretanto, os animais mantidos nas instalações *Calan-gate* modificaram o comportamento

alimentar e a taxa de ingestão para manter o CMS total. Isso ocorreu devido ao aumento na competição por espaço durante a alimentação (FERRIS et al., 2006).

Em pequenos ruminantes, os mesmos problemas de competição reportados por McAllister et al. (2000) nem sempre são observados. Trabalhando com ovinos, Gipson et al. (2007) compararam diferentes métodos de alimentação, valor nutritivo e métodos de processamentos da dieta e diferentes genótipos sobre o CMS, comportamento alimentar e desempenho. Os autores utilizaram *Calan-gate* e cochos automáticos de alimentação tipo *FIRE*® (*Feed Intake Recording Equipment*,

<http://www.osbornelivestockequipment.com/fire-system/>).

Nas condições desse estudo, considerando quatro dietas e dois genótipos diferentes, os sistemas *Calan-gate* e *FIRE* proporcionaram resultados similares ($P > 0,05$) para a comparação do CMS e desempenho dos animais (GIPSON et al., 2007).

GrowSafe

Os componentes do sistema de alimentação *GrowSafe* (*GrowSafe System, Ltd.*; <http://growsafe.com>) detectam a presença ou ausência do animal no cocho por meio de uma antena de leitura, estrategicamente instalada dentro do cocho, que identifica o *transponder* com tecnologia SIRF (geralmente colocado nos brincos). Assim, nos eventos de alimentação, o sistema efetua a medição do tempo (duração), frequência (quantas vezes o animal frequenta o cocho) e da quantidade total de alimento consumido por cada indivíduo (McALLISTER et al., 2000).

Ao permitir a identificação individual dos animais, o *GrowSafe* também fornece informações mais detalhadas sobre a interação social de bovinos alojados em baias coletivas. O sistema também registra em quais cochos cada um dos animais estão consumindo, tornando possível determinar ainda se os animais apresentam preferência de horário e de cocho. Esse tipo de informação permite definir a estrutura social dentro dos grupos de bovinos. Tais informações eram difíceis de conseguir sem o uso dessa tecnologia (McALLISTER et al., 2000).

Gibb et al. (1998) avaliaram o padrão e as possíveis alterações do consumo alimentar sobre diferentes estratégias de alimentação em 72 bovinos mestiços confinados por 84 dias. As estratégias foram: *i*) duas alimentações diárias (às 9h e às 15h); e *ii*) uma alimentação diária (às 9h). Neste estudo, o CMS médio foi de $11,5 \pm 1,3$ kg d⁻¹, o ganho médio diário (GMD) foi de 1,6 kg d⁻¹ e a conversão alimentar (CA) foi de 7,2. Durante a estratégia *i* de alimentação (42° ao 52° dia), os animais visitaram o cocho 7,6% mais vezes e gastaram 10,2% mais tempo consumindo alimentos quando comparados a estratégia *ii* de alimentação (53° ao 65° dia). Visitas mais longas e mais frequentes aos cochos durante a estratégia *i* em comparação com a *ii* sugeriram menores taxas de consumo, considerando que as mesmas quantidades de alimentos foram fornecidas nesses períodos. Comportamento semelhante foi observado por Ferris et al.

Equipamentos, instalações e protocolos...

BALDASSINI, W. A. et al. (2016)

(2006), porém em estudo com vacas de leite alimentadas em sistema *Calan-gate*.

No mesmo estudo, Gibb et al. (1998) testaram o nível de fornecimento (95% ou 100% do CMS voluntário) e verificaram aumentos de 29,4 para 33,6 minutos no tempo de cocho quando as quantidades atendiam 95% e 100%, respectivamente. Interessantemente, a duração total da alimentação reduziu, provavelmente devido à diminuição da competição entre os animais, pois as quantidades de alimentos nos cochos foram constantes. Ao longo do confinamento, a duração total da alimentação foi em média de $33,6 \pm 1,88$ minutos por dia, com valores mínimo e máximo de 7,7 e 89,2 minutos por dia, respectivamente. Essa variação pode refletir as diferenças tanto nas taxas de consumo como no CMS propriamente dito. Embora possa existir uma variação considerável entre os animais, Gibb et al. (1998) destacaram que os valores de duração total da alimentação foram consistentes ao longo do estudo para cada indivíduo, podendo ser utilizado como indicador do CMS por animal.

Efeitos de dados de consumo alimentar perdidos e duração do teste de desempenho

Os efeitos dos dados de consumo alimentar perdidos e os possíveis impactos nas avaliações genéticas são raros na literatura e ainda não foram completamente estabelecidos, portanto definir a duração do teste e quantidade de dados coletados é fundamental para estabelecer protocolos de mensuração adequados e índices de EA precisos.

Com base em dados coletados em bovinos de raças britânicas, para obter com precisão a eficiência alimentar em bovinos de corte, o CMS individual deve ser registrado por pelo menos 35 dias consecutivos, enquanto o peso corporal deve ser monitorado semanalmente durante 70 dias (ARCHER et al., 1997). A maior duração do teste para registrar o peso corporal está associada à variação do aparelho digestivo, e é, portanto, um erro causado principalmente pelo enchimento do rúmen, que afeta diretamente a estimativa e variância do ganho de peso diário (WATSON et al. 2013).

No entanto, a duração adequada do teste possivelmente pode variar acordo com a raça de bovinos (ARCHER et al., 2000). Estudos australianos têm mostrado, no mesmo ambiente de confinamento, marcada variação de padrões de alimentação entre *Bos taurus* e *Bos indicus* (ROBINSON et al., 1997), sugerindo que as diferenças entre as raças em tempo necessário para obter uma estimativa confiável do consumo de ração podem existir.

Para provar isso, em bovinos Nelore submetidos a teste de desempenho em baias individuais, Castilhos et al. (2011) sugeriram que 42 dias foram suficientes para obter uma precisão aceitável na medição CMS. Enquanto isso, Archer e Berg (2000), observaram que a variância para GPD em novilhos Simental foi estabilizada em 56 dias de teste, quando os animais foram pesados a cada 14 dias. Kearney et al. (2004) também relataram 56 dias como período ótimo de teste para GPD em novilhos confinados. Por outro lado, Wang et al. (2006) recomendaram pelo

menos 63 dias para o mesmo parâmetro em bovinos mestiços.

Os resultados divergentes encontrados na literatura pode ser atribuída a vários fatores, tais como protocolos experimentais, intervalo entre a pesagem, tempo e quantidade de alimentação antes de pesagem, diferenças biológicas (raça, estágio de maturidade e dieta) e variabilidade associada ao erro de medição. Os estudos, que recomendaram 60 a 70 dias de teste como período ideal para testar GPD e EA utilizaram 14 dias de intervalo entre as pesagens (ARCHER et al., 1997; ARCHER; BERGH, 2000; WANG et al., 2006), enquanto Castilhos et al. (2011), utilizando intervalo de 28 dias, recomendaram como ótimo, um período de 84 dias para mensurar GPD e EA. Maior intervalo entre as pesagens pode resultar em menor número de observações e maior tempo para estabilizar a variância entre as pesagens.

Além do tempo do teste de desempenho, vários pesquisadores exploraram a possibilidade de aumentar o intervalo de tempo de mensuração do CMS, utilizando dados perdidos ou coletas a cada dois ou três dias, uma vez que a coleta em intervalos maiores poderia reduzir significativamente os custos na operação. Hebart et al. (2004) avaliaram tais efeitos com dados de CMS de 180 bovinos Angus em fase de crescimento e de 80 bovinos mestiços (Limousin x Jersey) em fase de terminação. Utilizando informações do sistema de alimentação canadense desenvolvido no *Trangie Agricultural Research Centre*, relataram que os dados perdidos no início do confinamento exercem maior impacto nas medidas de CMS quando comparadas as simulações de informações perdidas no meio ou no final do período de confinamento.

Em estudo semelhante por meio de modelos mistos e análise de medidas repetidas, Wang et al. (2006) estudaram o tempo mínimo de teste (dias) e os impactos de dados perdidos (10%, 20% ou 30%) na qualidade (precisão e confiabilidade) dos dados de CMS, GMD, CA e CAR. O consumo de alimentos foi automaticamente calculado pelo *GrowSafe*. Os autores concluíram que 35 dias foram suficientes para obtenção do CMS, pois nas condições do estudo, a variância residual fenotípica do CMS a partir do 35º dia foi menor que 1%, com correlações de Pearson maiores que 92% ($P < 0,01$). Adicionalmente, os dados de CMS perdidos após 35 dias não afetaram a conclusão sobre o conjunto geral, não existindo efeito significativo sobre o cálculo do CAR quando medidas repetidas são utilizadas.

Apesar de um contexto estatístico diferente, esses resultados de Wang et al. (2006) apontaram para as mesmas conclusões obtidas por Hebart et al. (2004) no que tange os dados perdidos e as medidas do CMS. Interessantemente, quando o percentual de dados perdidos aumentou de 10% para 30% (Figura 1), a qualidade do modelo estatístico piorou. Isso ficou demonstrado pela elevação dos valores do Critério Corrigido de Informação de Akaike (AICC) e Critério de Informação Bayesiano (BIC). Com 10% de perdas, os valores de AICC e BIC foram de -849,99 e -747,19, respectivamente. Já com 30% foram de 81,94 e 184,70, respectivamente.

As razões para a obtenção de medidas acuradas e precisas do CMS em curto período de teste, no estudo de Wang et al. (2006), possivelmente são devidas não só ao uso do *GrowSafe*, mas também porque os autores utilizaram a análise de medidas repetidas. Sistemas automáticos podem diminuir os erros humanos, tal como destacado por Chen et al. (2010). Além disso, o consumo de alimentos quando obtido mais de uma vez ao dia pode promover medidas mais precisas do CMS, fato que não ocorre com GMD, que é calculado utilizando-se PV obtido semanalmente ou a cada 14 dias.

Alguns resultados da literatura foram descritos na Tabela 1. Guardadas as particularidades de cada estudo, é

possível notar que as variações no CMS se devem principalmente às alterações no comportamento alimentar, verificadas nos estudos com animais classificados em grupos de eficiência pelo CAR. Isso é válido para os experimentos que utilizaram sistema *GrowSafe* e *Calan-gate* em baias coletivas para aferição do CMS. A competição pelo alimento em baias coletivas parece contribuir para a ocorrência de tais variações. Além disso, o parcelamento da dieta parece afetar positivamente o CMS, conforme reportado por três estudos (BINGHAM et al., 2009; McGEE et al., 2014a; 2014b).

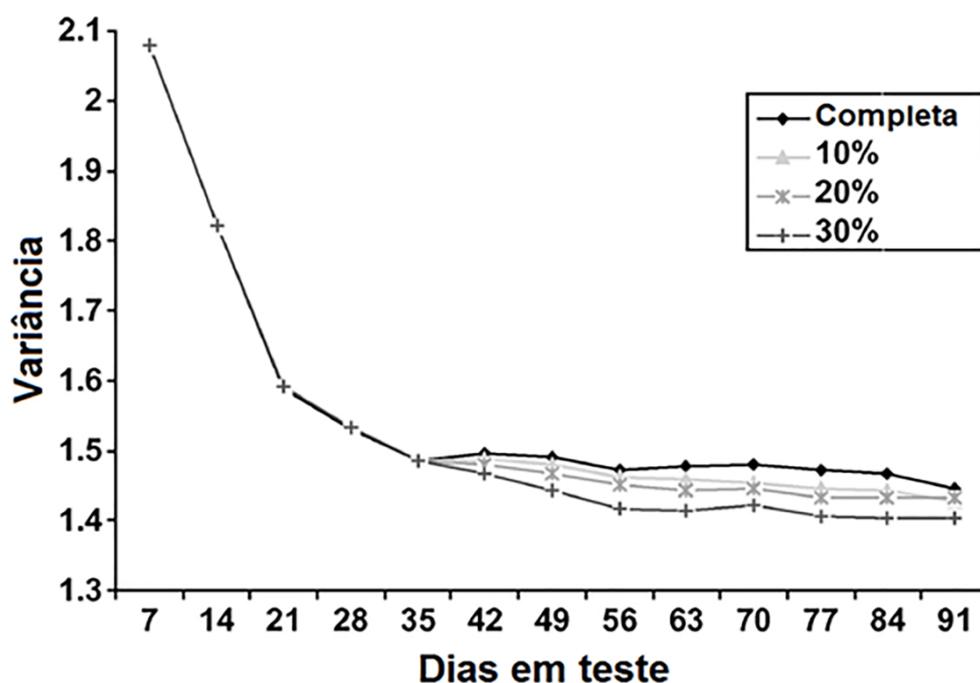


FIGURA 1 - Comparação das alterações na variância fenotípica residual para diferentes cenários de perda de dados (10%, 20% ou 30%) após 35 dias de teste para consumo de matéria seca (CMS). Completa = sem perda de dados. Adaptada de Wang et al. (2006).

Nota-se também a importância da oferta de alimentos nos cálculos de CMS, pois quando foi limitada a 80% (ROBERTS et al., 2007), levou a um decréscimo do CMS voluntário (Tabela 1). Reiterando, *GrowSafe* e *Calan-gate* são tecnologias úteis, porém outros fatores como informações que antecedem os testes de desempenho (*i.e.*, informações pré-testes), idade dos animais em teste e período de adaptação a dieta por instalações devem ser considerados. Além destes, destacam-se o nível energético da(s) dieta(s) em energia metabolizável (Mcal kg⁻¹ de MS), lotação das baias (em função do número de cochos), informações de composição corporal e a auditoria dos resultados. Todos esses fatores são determinantes para a qualidade dos dados de CMS (CREWS; CARSTENS, 2012).

Nos estudos listados na Tabela 1, a idade (em dias) dos animais nos testes de desempenho variou consideravelmente dependendo da raça ou grupamento racial. Observou-se em bovinos Wagyu diferenças entre

tourinhos (474 ± 17 a 423 ± 13 dias) e novilhas (433 ± 10 dias) (McGEE et al., 2014a). Em novilhas mestiças foi de 174 ± 13 dias (ROBERTS et al., 2007), novilhas Brangus de 236 ± 10,7 dias (BINGHAM et al., 2009) e mestiços Angus-Hereford de 360 dias (CRUZ et al., 2010). Para animais em fase de crescimento, a idade em que o animal é submetido a teste de consumo de ração deve ser após o desmame, mas não deve ser feita com animais muito jovens (antes de 240 dias). Além disso, em grupos de contemporâneos, a variação da idade no início do teste deve ter intervalo de 60 dias, e os dados de CMS devem ser obtidos prioritariamente antes dos animais atingirem 390 dias de idade (CREWS; CARSTENS, 2012).

Índices de eficiência alimentar utilizados em avaliações genéticas

Existe uma variedade de índices que utilizam o consumo de matéria seca para descrever a eficiência alimentar, os quais, cada um a sua maneira, refletem

Equipamentos, instalações e protocolos...

BALDASSINI, W. A. et al. (2016)

diferenças biológicas e aspectos matemáticos, bem como suas interações com o ambiente (ARTHUR et al., 2004).

Eficiência alimentar ou conversão alimentar (CA) estão entre os parâmetros mais conhecidos e são tradicionalmente os índices mais utilizados para mensurar eficiência alimentar em bovinos de corte (BERRY, 2008). Existem muitos estudos na literatura mostrando o impacto do aumento do tamanho adulto com a seleção para CA (CARSTENS et al., 2002; SUNDSTROM, 2004), de forma geral concluiu-se que um aumento no peso adulto pode levar a impactos nos sistemas de produção (ARCHER et al., 1999), como por exemplo, pode comprometer a eficiência reprodutiva (LANNA et al., 2003).

O CAR tem crescido em popularidade como índice para mensurar eficiência alimentar (BERRY, 2008), e tem sido proposto como um método que pode ser utilizado na seleção genética de animais mais eficientes (ARCHER et al., 1997; ARTHUR et al., 2001a), desde que foi primeiramente sugerido para o uso em bovinos por Koch et al. (1963). O CAR é calculado como sendo a diferença entre o consumo individual observado e aquele predito por regressão múltipla do CMS observado em função do GPD e peso vivo metabólico (KOCH et al., 1963).

TABELA 1. Efeitos no consumo de matéria seca (CMS) em cinco estudos com diferentes animais, dietas (níveis energéticos e parcelamento), sistema de alimentação, tipo de baía e duração dos testes de desempenho.

Referências	Genótipos	Dietas		Equipamento, tipo de baía (n° cochos)	Dias	CMS	
		(ELg) ¹	(vezes dia ⁻¹)			Efeitos	Var. ²
McGee et al. (2014a)	Tourinhos (i) e Novilhos (ii) Wagyu	i = 0,26 ii = 0,17	2	GrowSafe Coletivas (20)	70	Frequência, duração e eventos de alimentação	+
McGee et al. (2014b)	Novilhos e novilhas Red Angus, crescimento (i) e terminação (ii)	i = 0,9 ii = 1,1	2	GrowSafe Coletivas (20)	110	Frequência, duração e eventos de alimentação	+
Cruz et al. (2010) ³	Novilhos Angus x Hereford	1,06	1	Coletivas e individuais (não informado)	60	Tipo de baía (coletiva vs. individual)	=
Bingham et al. (2009)	Novilhas Brangus	1,0	2	Calan-gate Coletivas (120)	70	Vídeo imagem de frequência, duração e eventos de alimentação - grupo CAR baixo	+
Roberts et al. (2007)	Novilhas ½ Red Angus, ¼ Charolês, ¼ Tarentaise	Não descrito	1	Calan-gate Coletivas (144)	140	Oferta de alimentos - restrita (80%) em relação à <i>ad libitum</i> (100%)	-
Bonilha et al. (2015)	Novilhos e novilhas Nelore	Não descrito	2	GrowSafe e individuais	56 a 112	Machos e fêmeas	+

¹Energia líquida para ganho de peso em Mcal kg⁻¹ MS;

²Var. = Variação em resposta aos efeitos relacionados: sinal positivo (+) indica aumento do CMS, sinal negativo (-) indica diminuição do CMS e sinal de igualdade (=) indica que o CMS não foi alterado;

³Segundo Cruz et al. (2010), os animais foram estimulados a ir até o cocho no período da tarde, após remisturar a ração.

Desta forma, essa medida tem o importante benefício de ser ajustada para peso e ganho do animal, o que não acarretaria em aumento do peso adulto, comparado, por exemplo, com CA. Apesar das vantagens do CAR, quando se seleciona animais nesse índice, alguns animais eficientes podem apresentar baixo consumo de matéria seca e provavelmente apresentam menor ganho de peso, posto que o consumo seja resposta da demanda de energia para manutenção e crescimento. Assim, por mais que todos os animais de CAR negativo sejam eficientes, esses indivíduos com menor consumo e ganho podem ser menos lucrativos, pois o ganho de peso é determinante do grau de acabamento e tempo de confinamento.

O GR tem sido reportado nas pesquisas mais recentes, apesar de ter sido considerado no primeiro trabalho publicado que definiu os conceitos do CAR (KOCH et al., 1963). O GR é mais semelhante a uma característica de crescimento do que de eficiência

alimentar, mas com conceito similar ao CAR. O GR é obtido pela diferença entre o ganho individual observado daquele predito por equação de regressão composta pelo CMS e o PVMM (KOCH et al., 1963). Neste caso, fenótipos com valores maiores e positivos são desejáveis, porque isso indica que os animais estão ganhando mais peso do que o esperado, considerando seu consumo e outros fenótipos de desempenho (CREWS; CARSTENS, 2012; SANTANA et al., 2014). Uma importante característica deste índice é que ele está altamente correlacionado com o ganho de peso, e, portanto, pode ser confundido por sua forte correlação com outras características produtivas.

Diante das limitações mencionadas quanto à utilização tanto do CAR quanto do GR, Berry e Crowley (2012) propuseram um índice de eficiência alimentar que tem como objetivo principal identificar animais de crescimento rápido e que ao mesmo tempo, consomem

proporcionalmente menos alimento que o esperado, sem diferenças no peso vivo do animal. Por combinação do CAR e GR, o consumo e ganho residual (CGR) pode ser calculado pela soma de $-1 \cdot \text{CAR}$ e GR, e as classes de eficiência podem ser estabelecidas como nos estudos do CAR, considerando 0,5 de desvio padrão acima ou abaixo da média, como os limites entre as classes. Os animais eficientes quanto ao CGR apresentam menor consumo de matéria seca, apresentam maior ganho de peso e são considerados mais eficientes que seus contemporâneos. Neste sentido, é possível identificar animais que permaneçam menos tempo no confinamento com baixo consumo alimentar (BERRY; CROWLEY, 2012).

Grion et al. (2014) utilizaram dois conjuntos de dados de bovinos Nelore pertencentes a três diferentes rebanhos (Seleção, Controle e Tradicional) em um estudo de avaliação genética. Brevemente, foram utilizados dados de 411 machos e 352 fêmeas ($n = 763$) confinados em baias coletivas equipadas com *GrowSafe* para medir o CMS. Além desses, utilizaram dados de 678 bovinos Nelore confinados em baias individuais (CMS medido manualmente). Grion et al. (2014) observaram considerável diferença nas estimativas de herdabilidade (h^2) do CMS e das características de eficiência alimentar como eficiência parcial de crescimento (EPC) e CAR, mas não do GR, quando as análises incluíam dados obtidos somente em baias individuais (h^2 de 0,50, 0,14, 0,13 e 0,13 para CMS, EPC, CAR e GR) ou em baias individuais e coletivas (h^2 de 0,60, 0,25, 0,33 e 0,13 para CMS, EPC, CAR e GR). No trabalho de Grion et al. (2014), os autores descreveram que o CMS em baias individuais é uma característica distinta quando comparado com o CMS em baias coletivas. Embora as avaliações com bovinos em baias individuais são úteis para mensuração do CMS voluntário, eliminando interferências externas, tal condição pode não representa o padrão de consumo desses animais.

Guimarães et al. (2014) avaliaram a variação do CMS (kg d^{-1} e %PV), GMD, CAR e EA bruta

(GMD/CMS) de tourinhos Nelores estudados nas mesmas instalações de Grion et al. (2014) (baias coletivas com *GrowSafe* vs. baias individuais sem sistemas automáticos), e reportaram igualdade ($P \geq 0,05$) para o CMS (kg d^{-1}) e CAR. Entretanto, os autores observaram diferenças significativas para EA bruta ($P = 0,0018$), relatando que a EA dos animais na baia individual foi 11,3% maior quando comparada a baia coletiva (Tabela 2). Além disso, os autores reportaram diferenças ($P = 0,0146$) para o CMS expresso em %PV. Por outro lado, Grion et al. (2014) observaram que as estimativas de correlação genética (r_g) entre CMS e as características de eficiência (EPC, CAR e CGR) apresentaram erros padrões altos. Por exemplos, CMS e EPC ($r_g = -0,67 \pm 0,11$), CMS e CAR ($r_g = 0,33 \pm 0,14$) e CMS e CGR ($r_g = -0,14 \pm 0,18$). Dessa maneira, tais resultados devem ser interpretados com cautela porque o número de animais utilizados foi pequeno.

Berry e Crowley (2012) estudaram o fenótipo e genótipo de 2.605 novilhos confinados em uma estação experimental na Irlanda e encontraram claras diferenças em CMS e GPD entre os grupos de CGR. Os autores observaram que os animais mais eficientes (CGR positivo) apresentaram menor ingestão de matéria seca em relação aos animais ineficientes (CGR negativo), 10,4 vs 11,0 kg d^{-1} ; respectivamente, e ganho de peso superior (1,81 vs 1,40 kg d^{-1} , respectivamente). Assim, animais com baixo CGR consumiram em média menos, e cresceram mais lentamente, enquanto os animais de alto CGR consumiram mais e tiveram maior taxa de crescimento. Embora observado um maior consumo diário nos animais de alto CGR em relação aos animais mais eficientes classificados no CAR, a quantidade total de alimento consumida durante todo o período testado foi menor nos animais superiores para CGR em comparação com os superiores para CAR e GR. Isso ocorreu em detrimento do objetivo duplo do CGR para identificar, os animais de crescimento mais rápido que consomem, em média, menos alimento por dia (BERRY; CROWLEY, 2012).

TABELA 2. Médias dos quadrados mínimos (\pm desvio padrão) do consumo de material seca (CMS), ganho médio diário (GMD) e eficiência alimentar (EA) de tourinhos Nelore confinados em baias coletivas e individuais. Adaptada de Guimarães et al. (2014).

Características	Baias coletivas (n=209)	Baias individuais (n=327)	P valor
CMS, kg d^{-1}	7,020 \pm 0,318	6,762 \pm 0,265	0,2696
CMS, %PV	2,511 \pm 0,074	2,380 \pm 0,062	0,0146
GMD, kg d^{-1}	0,990 \pm 0,089	1,062 \pm 0,084	0,0692
CAR	0,004 \pm 0,070	0,004 \pm 0,019	0,9981
EA ¹	0,141 \pm 0,011	0,157 \pm 0,010	0,0018

¹kg de ganho por kg de matéria seca consumida.

No Brasil, os dados de bovinos testados quanto ao CMS e índices de eficiência tal como o CAR são escassos, o que dificulta estimar os parâmetros genéticos com acurácia. Visando contornar essa situação, Del Claro et al. (2012) estimaram, por meio de meta-análise, a h^2 e as correlações genéticas do CAR, e das suas características

componentes (CMS, GMD e $\text{PV}^{0,75}$), em bovinos de 19 raças ou grupamentos genéticos. As estimativas de h^2 para CAR foram bem distribuídas entre valores próximos a 0,10 e 0,55, com mediana bem próxima à média e sem valores discrepantes. Já os valores das estimativas de h^2 para CMS

Equipamentos, instalações e protocolos...

BALDASSINI, W. A. et al. (2016)

apresentaram intervalo de 0,12 a 0,64, com a maior parte dos valores abaixo da média e sem valores discrepantes.

Ainda, os valores da média não ponderada \pm erro-padrão das estimativas de h^2 das características CAR, CMS, GMD e $PV^{0,75}$ foram, respectivamente, $0,298 \pm 0,127$, $0,411 \pm 0,131$, $0,353 \pm 0,127$ e $0,430 \pm 0,114$. Ao se comparar os valores da média ponderada (0,25, 0,28, 0,32 e 0,40) com os da média não ponderada (0,30, 0,41, 0,35 e 0,43) de CAR, CMS, GMD e $PV^{0,75}$, respectivamente, observou-se que os valores ponderados (h^2_c) foram menores. Isso pode ser atribuído à tendência de que as estimativas de h^2 provenientes de amostras menores (ou com erro-padrão maior) apresentarem valores levemente superiores aos das estimativas de herdabilidade de amostras maiores, ou seja, com erro-padrão menor (DEL CLARO et al., 2012). Amostras menores, ou seja, dados de poucos animais foram também as causas de maiores erros-padrões no estudo de Grion et al. (2014).

Em outras espécies como suínos, Chen et al. (2010) estimaram os parâmetros genéticos para o consumo alimentar e ganho de peso diário, utilizando dados de 1916 animais em instalações com comedouros eletrônicos. Os animais foram alojados em 102 baias com acesso a *ad libitum* ao alimento, cada qual equipada com sistema FIRE® (<http://www.osbornelivestockequipment.com/fire-system/>) de alimentação e pesagem. O consumo alimentar e o peso corporal eram aferidos cada vez que os animais tinham acesso ao alimentador FIRE®, e os dados foram analisados ao longo de três períodos de idade (dias) dos animais (*i* = 85 a 106; *ii* = 107 a 128; e *iii* = 129 a 150). Ao considerar em seu estudo que as medidas diárias geram grandes variações (por conta de dados perdidos), os autores optaram por medidas semanais de consumo alimentar e ganho de peso.

Adicionalmente, Chen et al. (2010) relataram estimativas de h^2 de magnitude baixa a moderada nos três períodos (*i* = 0,18; *ii* = 0,12; e *iii* = 0,10) para o consumo alimentar. As repetibilidades foram de 0,35 para o período *i*, ao passo que para os períodos *ii* e *iii* foram de 0,31. Nos três períodos, as correlações genéticas entre consumo alimentar e ganho foram de 70%, 73% e 32%. Eles concluíram que esses dados obtidos de alimentadores automáticos podem ser analisados para verificar alterações em diferentes períodos da vida dos animais utilizando dados semanais (médias). Além disso, enquanto os dados de consumo alimentar são fáceis de analisar, os dados de ganho diário podem exigir edição mais extensa.

CONCLUSÃO

Os dados de consumo de matéria seca frequentemente são incluídos nos programas de melhoramento genético, sendo muitas vezes obtidos por equipamentos eletrônicos, dispositivos e softwares.

Equipamentos, softwares e hardwares podem contribuir fortemente para a coleta de dados de consumo de matéria seca para avaliações genéticas. Em um futuro próximo, o processo manual de cálculo do consumo de matéria seca e armazenamento das informações será substituído pelos sistemas automáticos, principalmente porque os erros humanos são quase sempre as fontes de

falhas. Quando o número de animais é demasiadamente grande (condição necessária para avaliações genéticas), as chances de erros se tornam ainda maiores.

A maioria dos equipamentos eletrônicos, cochos automáticos apresentam algum tipo de falha. Entretanto, não existem trabalhos consistentes na literatura que comprovem falhas sistemáticas dos equipamentos sobre os dados de CMS de bovinos.

Alguns estudos descrevem os fatores que precisam ser considerados para coletar corretamente os dados de consumo de matéria seca. Essa revisão destacou as condições ideais de teste desempenho e obtenção de dados de consumo de matéria seca para que os mesmos possam ser utilizados em avaliações genéticas dos animais.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) - Processo nº 2014/22030-1 e a Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCHER, J.A.; BERGH, L. Duration of performance tests for growth rate, feed intake and feed efficiency in four biological types of beef cattle. **Livestock Production Science**, v.65, p.44-55, 2000.
- ARCHER, J.A.; ARTHUR, P.F.; HERD, R.M.; PARNELL, P.F.; PITCHFORD, W.S. Optimum postweaning test for measurement of growth rate, feed intake, and feed efficiency in British breed cattle. **Journal of Animal Science**, v.75, p.2024-2032, 1997.
- ARCHER, J.A.; RICHARDSON, E.C.; HERD, R.M.; ARTHUR, P. Potential for selection to improve efficiency of feed use in beef cattle: a review. **Australian Journal of Agricultural Science**, Collingwood, v.50, p.147-161, 1999.
- 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. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.44, p.361-369, 2004.
- ARTHUR, P.F.; ARCHER, J.A.; HERD, R.M.; MELVILLE, G.J. Response to selection for net feed intake in beef cattle. In: ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF ANIMAL BREEDING AND GENETICS, 14., 2001, Queenstown. **Proceedings...** Queenstown: Livestock Library, 2001. p.135-138.
- BASARAB, J.A.; PRICE, M.A.; AALHUS, J.L.; OKINE, E.K.; SNELLING, W.M.; LYLE, K.L. Residual feed intake and body composition in young growing cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.83, p.189-204, 2003.
- BERRY, D.P. Improving feed efficiency in cattle with residual feed intake. In: GARNSWORTHY, P. (Ed.). **Recent advances in animal nutrition**. Nottingham: University of Nottingham Press, 2008. p.67-99.
- BERRY, D.P.; CROWLEY, J.J. Residual intake and gain; a new measure of efficiency in growing cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.90, p.109-115, 2012.

- BINGHAM, G.M.; FRIEND, T.H.; LANCASTER, P.A.; CARSTENS, G.E. Relationship between feeding behavior and residual feed intake in growing Brangus heifers. *Journal of Animal Science*, v.87, p.2685-2689, 2009.
- CARSTENS, G.E.; THEIS, C.M.; WHITE, M.B.; WELSH JR, T.H.; WARRINGTON, B.G.; MILLER, R.K.; RANDEL, R.D.; FORBES, T.D.A.; LIPPKE, H.; GREENE, L.W.; LUNT D.K. Relationships between net feed intake and ultrasound measures of carcass composition in growing beef steers. *Beef Cattle Research in Texas*, Kleberg, v.75, n.3, p.31-34, 2002.
- CASTILHOS, A.M.; BRANCO, R.H.; RAZOOK, A.G.; BONILHA, S.F.M.; MERCADANTE, M.E.Z.; FIGUEIREDO, L.A. Test post-weaning duration for performance, feed intake and feed efficiency in Nellore cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.2, p.301-307, 2011.
- CHEN, C.Y.; MISZTAL, I.; TSURUTA, S.; ZUMBACH, B.; HERRING, W.O.; HOLL, J.; CULBERTSON, M. Estimation of genetic parameters of feed intake and daily gain in Durocs using data from electronic swine feeders. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, v.127, p.230-234, 2010.
- COSTA JÚNIOR, C.; GOULART, R.S.; ALBERTINI, T.Z.; FEIGI, B.J.; CERRI, C.E.P.; VASCONCELOS, J.T.; BERNOUX, M.; LANNA, D.P.D.; CERRI, C.C. Brazilian beef cattle feedlot manure management: A country survey. *Journal of Animal Science*, v.91, p.1811-1818, 2013.
- CREWS, D.H.; CARSTENS, G.E. Measuring individual feed intake and utilization in growing cattle. In: HILL, R.A. *Feed efficiency in the beef industry*. Oxford: Wiley-Blackwell, 2012. v.1, p.21-28.
- CRUZ, G.D.; RODRÍGUEZ-SÁNCHEZ, J.A.; OLTJEN, J.W.; SAINZ, R.D. Performance, residual feed intake, digestibility, carcass traits, and profitability of Angus-Hereford steers housed in individual or group pens. *Journal of Animal Science*, v.88, p.324-329, 2010.
- DAHLKE, G.; STROHBEHN, D. R.; INGLE, C.; BEEDLE, P. A feed intake monitoring system for cattle. *Animal Industry Report*, v.654, n.1, p.28-34, 2008.
- DEL CLARO, A.C.; MERCADANTE, M.E.Z.; SILVA, J.A.V. Meta-analysis of genetic parameter estimates of residual feed intake and of its component traits in cattle. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.47, n.2, p.302-307, 2012.
- FERRAZ, J.S.B.; FELÍCIO, P.E. Production systems – An example from Brazil. *Meat Science*, v.84, p.238-243, 2010.
- FERRIS, C.P.; KEADY, T.W.J.; GORDON, F.J.; KILPATRICK, D.J. Comparison of a Calan gate and a conventional feed barrier system for dairy cows: feed intake and cow behaviour. *Small Ruminant Research*, v.71, p.149-156, 2006.
- GIBB, D.J.; MCALLISTER, T.A.; HUISMA, C.; WIEDMEIER, R.D. Bunk attendance of feedlot cattle monitored with radio frequency technology. *Canadian Journal of Animal Science*, v.78, p.707-710, 1998.
- GIPSON, T.A.; GOETSCH, A.L.; DETWEILER, G.; SAHLU, T. Effects of feeding method, diet nutritive value and physical form and genotype on feed intake, feeding behavior and growth performance by meat goats. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, v.71, p.170-178, 2007.
- GOMES, R.C.; SAINZ, R.D.; SILVA, S.L.; CÉSAR, M.C.; LEME, P.R. 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 Science*, v.150, p.265-273, 2012.
- GRION, A.L.; MERCADANTE, M.E.Z.; CYRILLO, J.N.S.G.; BONILHA, S.F.M.; MAGNANI, E.; BRANCO, R.H. Selection for feed efficiency traits and correlated genetic responses in feed intake and weight gain of Nellore cattle. *Journal of Animal Science*, v.92, p.955-965, 2014.
- GUIMARÃES, A.L.; CEACERO, T.M.; BALDASSINI, W.A.; PÍVARO, T.M.; ALBUQUERQUE, L.G.; MERCADANTE, M.E.Z. 2014. Performance, intake and feed efficiency of Nellore young bulls housed in individual or group pens. *Boletim da Indústria Animal*, v.71, suplemento, 2014.
- HEBART, M.L.A.; PITCHFORD, W.S.A.; ARTHUR, P.F.B.; ARCHER, J.A.B.; HERD, R.M.C.; BOTTEMA, C.D.K.A. Effect of missing data on the estimate of average daily feed intake in beef cattle. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, v.44, p.415-421, 2004.
- KEARNEY, G. A.; KNEE, B. W.; GRAHAM, J. F.; KNOTT, S. A. The length of test required to measure liveweight change when testing for feed efficiency in cattle. *Australian Journal Exp. Agric.*, v.44, p. 411-414, 2004.
- KOCH, R.M.; SWIGER, L.A.; CHAMBERS, D.; GREGORY, K.E. Efficiency of feed use in beef cattle. *Journal of Animal Science*, v.22, p.486-494, 1963.
- LANNA, D.P.D.; CALEGARE, L.; ALMEIDA, R.; BERNDT, A. Conversão alimentar: eficiência econômica de vacas de corte de raças puras e cruzadas. In: SIMPÓSIO DE PECUÁRIA DE CORTE, 3., 2003, Lavras. *Anais...* Lavras: UFLA, 2003. p. 87-110.
- McALLISTER, T.A.; GIBB, D.J.; KEMP, R.A.; HUISMA, C.; OLSON, M.E.; MILLIGAN, D.; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K.S. Electronic identification: applications in beef production and research. *Canadian Journal of Animal Science*, v.80, p.381-392, 2000.
- McGEE, M.; RAMIREZ, J.A.; CARSTENS, G.E.; PRICE, W.J.; HALL, J.B.; HILL, R.A. Relationships of feeding behaviors with efficiency in RFI-divergent Japanese Black cattle. *Journal of Animal Science*, v.92, p.3580-3590, 2014a.
- McGEE, M.; WELCH, C.M.; RAMIREZ, J.A.; CARSTENS, G.E.; PRICE, W.J.; HALL, J.B.; HILL, R.A. Relationships of feeding behaviors with average daily gain, dry matter intake, and residual feed intake

Equipamentos, instalações e protocolos...

BALDASSINI, W. A. et al. (2016)

- in Red Angus-sired cattle. **Journal of Animal Science**, v.92, p.5214-5221, 2014b.
- NASCIMENTO, M. L. ; TULLIO, R.R. ; ALENCAR, M.M de ; LIMA, J.S. ; VIEIRA, L.D.C. ; DA SILVA, M.L.P. ; LANNA, D.P.D. Performance, intake, residual feed intake e feed:gain ratio in progeny of Nelore steers housed in individual or group pens. In: Joint Annual Meeting of Animal Science Society, 2010, Denver. Proceedings of Joint Annual Meeting of Animal Science Society, 2010.
- ROBERTS, A.J.; PAISLEY, S.I.; GEARY, T.W.; GRINGS, E.E.; WATERMAN, R.C.; MACNEIL, M.D. Effects of restricted feeding of beef heifers during the postweaning period on growth efficiency, and ultrasound carcass characteristics. **Journal of Animal Science**, v.85, p.2740-2745, 2007.
- ROBINSON, D.L.; ODDY, V.H. Genetic parameters for feed efficiency, fatness, muscle area and feeding behaviour of feed lot finished beef cattle. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 90, n. 2/3, p. 255-270, 2004.
- SANTANA, M.H.A.; GOMES, R.C.; FERRAZ, J.S.B.; JUNIOR, P.R. Medidas de eficiência alimentar para avaliação de bovinos de corte. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.13, p.95-107, 2014.
- SUNDSTROM, B. **Net feed intake**: a feed efficiency measure (Now with IGF-1). 2004. Disponível em: <http://www.angusaustralia.com.au/netfeed_intakeebvs.htm> Acesso em: 07 ago. 2015.
- WANG, Z.; NKRUMAH, J.D.; LI, C.; BASARAB, J.A.; GOONEWARDENE, L.A.; OKINE, E.K.; CREWS, D.H.; MOORE, S.S. Test duration for growth, feed intake, and feed efficiency in beef cattle using the GrowSafe System. **Journal of Animal Science**, v.84, p.2289-2298, 2006.
- WATSON, A.K.; NUTTELMAN, B.L.; KLOPFENSTEIN, T.J.; LOMAS, L.W.; ERICKSON, G.E. Animal Production - Management: Impacts of a limit-feeding procedure on variation and accuracy of cattle weights. **Journal of Animal Science**, v.91, p.5507-5517, 2013.