

SANTIAGO LUIS BENQUET SUAREZ

FATORES ENVOLVIDOS NO CONSUMO DE MATÉRIA SECA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2014

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa

T

B473f Benquet Suarez, Santiago Luis, 1985-
2014 Fatores envolvidos no consumo de matéria seca / Santiago
Luis Benquet Suarez. – Viçosa, MG, 2014.
viii, 48f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Sebastião de Campos Valadares Filho.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 39-42.

I. Bovino - Alimentação. 2. Nutrição animal.

I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia.
Programa de Pós-graduação em Zootecnia. II. Título.

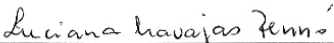
CDD 22. ed. 636.0855

SANTIAGO LUIS BENQUET SUAREZ


FATORES ENVOLVIDOS NO CONSUMO DE MATÉRIA SECA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

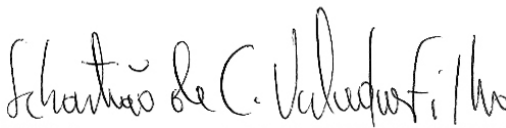
APROVADA: 3 de dezembro de 2014.



Prof.ª. Luciana Návajas Rennó



Prof.ª. Rilene Ferreira Diniz Valadares



Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho
(Orientador)

“EM TEMPOS DE MUDANÇA, AQUELES QUE ESTÃO ABERTOS A APRENDER SE TORNARÃO DONOS DO FUTURO, ENQUANTO AQUELES QUE ACREDITAM SABER TUDO ESTARÃO PERFEITAMENTE EQUIPADOS PARA UM MUNDO QUE JÁ NÃO EXISTE.”

Eric Hoffer

AGRADECIMENTOS

À minha mãe e ao meu pai, pelos ensinamentos de vida, pelo apoio e incentivo para a realização deste curso.

Às minhas irmãs Sabina e Maria Anastasia, pelo amor e carinho.

Aos meus avós paternos, Luis e Olga, e maternos (*in memoriam*), que me dão forças para continuar e lutar.

Ao Engenheiro-Agrônomo Santiago da Cunda, por seu exemplo profissional e pela amizade e confiança.

Ao professor Sebastião de Campos Valadares Filho, pela orientação e atenção dispensada durante todo o trabalho.

Ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso, e aos amigos que fiz aqui em Viçosa.

SUMÁRIO

RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Predições do consumo.....	1
1.2 Consumo Alimentar Residual (CAR).....	3
2 REVISÃO DE LITERATURA	7
2.1 Fatores que afetam o consumo	7
2.2 Fatores relacionados ao animal	11
2.3 Crescimento compensatório	15
2.4 Variáveis relacionadas às características dos alimentos	16
2.5 Digestibilidade da dieta.....	18
2.6 Variáveis relacionadas às características do ambiente	24
2.7 Variáveis relacionadas às características do manejo	28
2.8 Algumas equações utilizadas para estimar o consumo de matéria seca	31
3 MATERIAL E MÉTODOS	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
5 CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS.....	39
APÊNDICE.....	43

RESUMO

BENQUET SUAREZ, Santiago Luis, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2014. **Fatores envolvidos no consumo de matéria seca.** Orientador: Sebastião de Campos Valadares Filho.

A predição do consumo voluntário de animais é um tema que tem chamado a atenção há várias décadas, em razão do impacto que tem no desempenho animal, não só pela importância econômica e produtiva do mesmo, mas também pela necessidade de reduzir as emissões de metano, nitrogênio e o fósforo no meio ambiente. Os fatores que regulam o consumo de matéria seca em ruminantes são múltiplos e complexos, não sendo ainda totalmente compreendidos. Portanto, estimativas do consumo são necessárias para prever o desempenho e os requerimentos nutricionais de bovinos de corte. Os fatores relativos ao animal (sexo, condição corporal, idade e estado fisiológico), ao alimento (composição da dieta, digestibilidade, concentração de energia, taxa de passagem, fermentação e palatabilidade), ao manejo (proximidade ou afastamento do alimento, frequência, aditivos usados, agentes anabólicos, sais minerais, estabulado ou pasto), ao ambiente (temperatura, umidade e fotoperíodo) e suas interações são importantes variáveis que devem ser levadas em consideração na predição do consumo voluntário; contudo, como e quais devem ser incluídos para predizê-lo, ainda é necessário mais experimentação e investigação no tema. Desta forma, foram objetivos desta pesquisa discutir os fatores que afetam o consumo de matéria seca e sugerir uma equação para estimar o consumo de matéria seca de animais

terminados em confinamento no Uruguai. Os consumos observados foram obtidos de um sistema de engorda em confinamento desenvolvido em 2013 na cidade de Salto, Uruguai. A característica deste sistema é a seguinte: animais cruzados principalmente de Angus e Hereford; tempo de confinamento: 100 a 104 dias; peso corporal inicial: 340 a 380 kg; peso corporal final: 500 a 520 kg; dietas completas (TMR = total mixed ration) constituídas de silagem de sorgo, grãos de milho, sorgo, torta de girassol, premix vitamina-minerais). Os dados do consumo foram obtidos de forma diária, em kg de matéria natural oferecida por dia por lote. O consumo diário médio de cada curral foi obtido por kg oferecidos por dia por curral dividido pelo número de animais do curral. Foi ajustada uma equação conforme o modelo descrito pelo BR Corte (2010) para estimar o consumo de matéria seca (CMS), incluindo os dias de confinamento. Observou-se que o CMS máximo foi estimado aos 100,2 dias de confinamento.

ABSTRACT

BENQUET SUAREZ, Santiago Luis, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December, 2014. **Factors involved in dry matter intake.** Adviser: Sebastião de Campos Valadares Filho.

Prediction of animals voluntary intake is a subject that has drawn attention for several decades because of the impact it has on animal performance, not only for its economic and productive importance, but also for the need to reduce emissions of methane, nitrogen and phosphorus in the environment. The factors that regulate the dry matter intake in ruminants are multiple and complex, and not yet fully understood. Therefore, consumption estimates are necessary to predict the performance and nutrient requirements of beef cattle. The factors related to the animals (gender, body condition, age and physiological state), food (diet composition, digestibility, energy concentration, passage rate, fermentation and palatability), management (proximity or remoteness of food, frequency, additives used, anabolic agents, minerals, stables or pasture), environment (temperature, humidity and photoperiod) and their interactions are important variables that must be taken into account in predicting the voluntary intake; however, to know how and what should be included to predict it, more experimentation and research on the subject are necessary. Thus, the objectives of this research were to discuss the factors that affect the consumption of dry matter and suggest an equation to estimate the dry matter intake of animals finished in feedlots in Uruguay. The observed consumption was obtained from a feedlot fattening system developed in 2013 in the city

of Salto, Uruguay. The characteristics of this system are animals mainly crossbred from Angus and Hereford; feedlot time: 100 to 104 days; initial body weight: 340 to 380 kg; final body weight: 500 to 520 kg; and complete diets(TMR = *Total Mixed Ration*), consisting in sorghum silage, grains of maize, sorghum, sunflower cake and vitamin/mineral premix). Consumption data were obtained on a daily basis, in kilogram of natural matter given per day and per lot. The average daily intake for each pen was obtained per kilogram given per day and per pen, divided by the number of animals in the pen. An equation was adjusted according to the model described by BR Corte (2010) to estimate the dry matter intake (CMS), including the days in the feedlot. It was observed that the maximum CMS was estimated at 100.2 days in the feedlot.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Predições do consumo

A predição do consumo voluntário de animais é um tema que tem chamado a atenção há várias décadas, em razão do seu impacto no desempenho dos bovinos, não só pela sua importância econômica e produtiva, mas também devido à necessidade de reduzir as emissões de metano, nitrogênio e fósforo, que contaminam o meio ambiente. Existem vários modelos para obter as estimativas do consumo de matéria seca, destacando-se estudos empíricos, conceituais ou mecanicistas e teleológicos, entre outros.

O NRC (1996) ressalta que, em razão de os fatores que regulam o consumo pelos ruminantes não serem completamente compreendidos, os modelos de predição do CMS são de natureza empírica. France e Thornley (1984 citados por BALDWIN et al., 1998) afirmaram que existem diferentes modelos, os quais podem ser divididos nos seguintes grupos:

Grupo 1: empíricos e mecanísticos. Os modelos empíricos são aqueles que descrevem um fenômeno de maneira simples; e os mecanísticos descrevem os fenômenos com maior entendimento, utilizando terminologia organizada. Esses modelos foram elaborados observando-se a estrutura do sistema, dividindo-o por seus componentes e analisando o ambiente de todo o sistema em termos de seus componentes individuais e suas interações.

Grupo 2: estáticos e dinâmicos. Os modelos estáticos são os que não contemplam a variável tempo, enquanto os dinâmicos consideram o tempo.

Grupo 3: determinísticos e estocásticos. Os primeiros são aqueles que realizam previsões quantitativas (peso vivo, colheitas e chuvas); já os modelos estocásticos contêm elementos aleatórios.

Os modelos de previsão de consumo podem-se classificar em métodos de regressão simples ou múltipla, modelos complexos e tabulados. Os fatores que regulam o consumo de matéria seca em ruminantes são múltiplos e complexos e ainda não estão compreendidos totalmente (INGVARTSEN, 1993). Portanto, estimativas do consumo são vitais para prever os comportamentos produtivos (desempenho) e os requerimentos nutricionais de bovinos de corte.

Os modelos complexos, como o francês e o dinamarquês, são mais gerais e têm a vantagem de poder ser modificados de maneira fácil quando nova informação está disponível.

Nenhum modelo é capaz de considerar as interações entre os diferentes nutrientes numa dieta; para isso, seriam necessários os modelos mecanicistas e dinâmicos (INGVARTSEN, 1993).

As equações empíricas não levam em consideração de forma direta a incidência dos numerosos fatores fisiológicos, ambientais e de manejo que modificam o consumo (INGVARTSEN, 1993).

Com certeza, os métodos de previsão do consumo são um guia geral que deve ser adaptado à realidade de cada sistema produtivo.

Em ampla discussão sobre modelos de previsão da ingestão de alimentos, Pittroff e Kothmann (2001, citados por VALADARES FILHO et al., 2006) avaliaram 12 modelos; independentemente do grau de complexidade e sofisticação matemática deles, 10 levaram em consideração o peso corporal, o que denota a grande importância da inclusão dessa variável nos modelos propostos.

Segundo o NRC (1984), os requerimentos de energia são relacionados à taxa de ganho (peso vivo); dessa forma, a ingestão de alimentos deve ser predita antes da formulação das dietas a fim de satisfazer os requerimentos. Assim, um modelo adequado também deve levar em consideração o ganho médio diário para prever o consumo de matéria seca (CMS).

Diferentes teorias tentam explicar os fatores que afetam ou regulam o consumo voluntário de matéria seca dos ruminantes. Algumas o explicam através do enchimento

do retículo ruminal – fatores físicos (MERTENS, 1994; ALLEN, 1996), outras, por fatores metabólicos de retroalimentação – regulação fisiológica do consumo (MERTENS, 1994; ILLIUS; JESSOP, 1996), ou por mecanismos psicogênicos, que envolvem respostas no comportamento do animal a fatores inibidores ou estimuladores relacionados ao ambiente (sabor, odor, textura, aparência visual de um alimento, *status* emocional do animal), propostos por Mertens (1985, 1994, citados por LOPES DE NASCIMENTO et al., 2009).

O princípio da teoria da regulação fisiológica do consumo baseia-se no seguinte conceito: se um animal dispõe de uma quantidade de nutrientes, principalmente energia e proteína, superior aos requerimentos de manutenção e produção, fatores fisiológicos atuarão, deprimindo o apetite e, portanto, seu consumo. Essa teoria relaciona a qualidade do alimento, no que se refere à sua digestibilidade, com o consumo animal, considerando que, quando melhora a qualidade da dieta, aumenta o aporte de nutrientes por unidade de alimento – por exemplo, a concentração energética do alimento (Mcal/kg MS); dessa maneira, o animal necessitará consumir menor quantidade de matéria seca para dispor da quantidade de nutrientes requerida, dentro de certos limites de digestibilidade do alimento.

Teorias individuais têm sido propostas. Ketelaars e Tolkamp (1996, citados por LOPES DE NASCIMENTO et al., 2009) sugerem que os animais consomem energia líquida em uma taxa que otimiza o uso de oxigênio e minimiza a produção de radicais livres que vêm com a idade. Essa teoria pode explicar o consumo em determinadas condições, porém a ingestão do alimento está condicionada a um grande número de fatores e à interação destes sob diferentes condições.

1.2 Consumo Alimentar Residual (CAR)

A produção mundial de carnes está cada vez mais atenta ao impacto ambiental por ela provocado, e na produção de carne bovina não é diferente. É necessário que ocorram melhorias nos sistemas de produção de carne bovina com um todo. É possível aperfeiçoar os sistemas de produção melhorando a eficiência alimentar. Assim, para um mesmo impacto ambiental (emissão de carbono, metano e dejetos), pode-se aumentar a produção de carne bovina (BASARAB et al., 2003, citados por VALADARES FILHO et al., 2006).

Há considerável variação individual em consumo de alimento, acima e abaixo do predito, com base no tamanho e na taxa de ganho de peso do animal. Isso, associado ao fato de indivíduos com o mesmo peso corporal (PC) requererem diferentes quantidades de alimentos para o mesmo nível de produção, forneceu aos cientistas uma base para medir o CAR em bovinos de corte. Em sistemas de produção de gado de corte, a qualidade e a quantidade ingerida de nutrientes são determinantes do desempenho animal. Como a alimentação representa o item de maior importância econômica dentro dos sistemas de produção de carne, sendo um dos fatores responsáveis pelas flutuações na lucratividade, melhorias na eficiência de uso dos alimentos, bem como dos seus nutrientes, devem ser sempre investigadas.

Pesquisas publicadas neste século (ALMEIDA et al., 2004, citados por VALADARES FILHO et al., 2006) sugeriram a inclusão do CAR nos programas de melhoramento genético de bovinos de corte. Embora importante, sua limitação está em determinar o CMS individual dos animais. A predição do CMS é fundamental, pois, para calcular o CAR, é necessário conhecer o consumo de matéria seca dos animais.

O CAR é uma medida da eficiência alimentar bastante usada, por não estar correlacionada com o ganho de peso e com o peso vivo (ARTHUR et al., 2001, citados por SAVIETTO, 2014). Inicialmente proposto por Koch e colaboradores na década de 1960, essa medida é calculada pela diferença entre o consumo real e o consumo estimado com base no ganho de peso vivo e no peso vivo (ALMEIDA et al., 2004, citados por VALADARES FILHO et al., 2006; SAVIETTO et al., 2014). Dessa forma, animais que possuem o CAR negativo são mais eficientes que aqueles com o CAR positivo.

Pesquisadores australianos citados por Almeida e Lanna (2004) têm conduzido experimentos com CAR em gado de corte desde 1993. Eles publicaram resultados de um experimento de seleção no qual fêmeas de baixo CAR (mais eficientes) foram acasaladas com touros de baixo CAR (também mais eficientes) e fêmeas de alto CAR (menos eficientes) foram acasaladas com touros de alto CAR (também menos eficientes). O desempenho da progênie após cinco anos de seleção (quase duas gerações) foi comparado. A progênie oriunda de pais com baixo CAR apresentou o mesmo ganho de peso (1,44 vs 1,40 kg/dia) e o mesmo peso final (383 vs 380 kg). Assim, filhos de pais com baixo CAR também apresentaram CAR mais baixo (-0,54 vs + 0,71 kg/d), consumiram menos alimento (9,38 vs 10,56 kg MS) e apresentaram melhor conversão alimentar (6,6 vs 7,8) do que os filhos de pais com alto CAR. Isso

representou uma economia de 15% de alimento por quilograma de ganho em apenas duas gerações. Esse estudo comprovou que o CAR é uma característica que permite aos produtores identificar animais mais eficientes sem que haja a seleção concomitante para maior ganho de peso e maior peso na idade adulta.

Gibb e McAllister (1999, citados por VALADARES FILHO et al., 2006) reportaram que um incremento de 5% da eficiência alimentar tem impacto econômico quatro vezes superior ao obtido na melhoria de 5% na taxa de ganho médio diário de peso. Nesse contexto, a identificação dos animais para CAR pode ser uma alternativa para melhoria da lucratividade na produção de carne bovina.

Vários autores (ARCHER et al., 1999; CARSTENS et al., 2002; BASARAB et al., 2003; HERD et al., 2004, citados por AZEVÊDO et al., 2010) afirmaram que o CAR está relacionado com a composição do ganho de peso: animais mais eficientes tendem a apresentar carcaças mais magras, com menor acabamento e com menor gordura intramuscular, além de menor teor de gordura abdominal; esses fatores poderiam ter impacto negativo na qualidade da carne. No entanto, os resultados têm se mostrado variáveis, visto que outros autores não identificaram efeito do CAR sobre as principais características de carcaça (BACKER et al., 2006; BONILHA et al., 2009, 2010). Sainz et al. (2006, citados por AZEVÊDO et al., 2010), trabalhando com novilhos Angus-Hereford de alto e baixo CAR, não encontraram diferenças em peso de carcaça quente (PCQ), área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS), marmorização e acabamento.

Herd et al. (2004, citados por AZEVÊDO et al., 2010), em revisão dos fatores biológicos possíveis de serem associados ao CAR, afirmaram que diferenças na eficiência alimentar, digestão dos alimentos, composição corporal e atividade contribuem para explicar a variação no CAR, porém mais da metade dessa variação se deve a outros processos fisiológicos. De acordo com estimativas de Richardson e Herd (2004, citados por AZEVÊDO et al., 2010), os processos fisiológicos que regulam essa variação são: *turnover* proteico, estresse e metabolismo dos tecidos (37%), transporte de íons (27%), atividade (10%), digestibilidade (10%), incremento calórico (9%), composição corporal (5%) e comportamento ingestivo (2%). Esse conhecimento pode ajudar a encontrar novas tecnologias nutricionais para manipular o CAR dos bovinos em determinadas fases da criação, como, por exemplo, na terminação.

A ingestão de alimentos pode ser considerada um fator de grande importância para a variação do CAR, uma vez que ela é responsável pelo aporte nutricional

destinado aos tecidos, e o metabolismo do alimento ingerido desencadeia processos de sinalização do *status* metabólico do animal para o sistema nervoso central, que refletem diretamente na ingestão de alimentos, por mecanismo de *feedback*.

Dessa forma, foram objetivos desta pesquisa discutir os fatores que afetam o consumo de matéria seca e sugerir uma equação para estimar o consumo de matéria seca de animais terminados em confinamento no Uruguai.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fatores que afetam o consumo

Os fatores referentes a animal (sexo, biotipo, condição corporal, idade e estado fisiológico), alimento (dieta, composição química da dieta, digestibilidade, concentração de energia, proteína, taxa de passagem, conservantes, fermentação, palatabilidade e FDN), manejo (proximidade do alimento, frequência, sequência, aditivos empregados, agentes anabólicos, uso de sais minerais, confinamento ou pasto) e ambiente (temperatura, umidade e fotoperíodo) e suas interações são importantes na predição do consumo voluntário, podendo ser incluídos para predizê-lo, mas ainda não estão claramente definidos, sendo necessário o desenvolvimento de novos modelos. O tamanho do animal, a sua demanda energética e as características de sua dieta são fatores universalmente aceitos como determinantes do consumo voluntário, sendo, portanto, justificável a realização de medições nesse sentido.

Deve-se considerar se as vacas são primíparas ou multíparas. Nenhum modelo pode estimar com precisão o consumo no início da lactação. Os modelos devem assumir o consumo em relação ao peso metabólico (INGVARTSEN, 1993).

As variáveis referentes às características dietéticas (composição bromatológica, densidade energética, teor de N amoniacal e digestibilidade da matéria orgânica) também podem ser consideradas de modo independente.

Os dados relativos ao ambiente físico podem ser utilizados como fatores de correção da predição do consumo, assim como as condições de manejo e as adversidades do clima, como: quantidade de lama nos confinamentos, temperatura do ambiente e tipo de sistema (pasto ou confinamento), além de correções para aditivos dietéticos e/ou implantes anabólicos (NRC, 1987).

Os fatores referentes ao animal e ao alimento podem ser controlados. Segundo Gesualdi Jr. et al. (2005, citados por REZENDE et al., 2011), o ganho compensatório, fenômeno muito comum em rebanhos de países de clima tropical e pouco frequente em animais criados em clima temperado, também pode contribuir para que ocorram resultados que subestimem o ganho e o consumo médio esperado. Todos esses fatores determinantes do desempenho animal aumentam as possibilidades de interação que ainda não estão eficientemente incorporadas nos sistemas de formulação de dietas, mas certamente influenciam os resultados obtidos em campo. O limite em demanda fisiológica para o crescimento também pode ser um fator que controla o CMS (NRC, 1987).

O controle do consumo é feito pelo sistema nervoso central, que integra informações positivas e negativas que determinarão se o animal inicia ou para de consumir alimentos (ALLEN et al., 2005, citados por McMENIMAN, 2007). Quando expresso numa base diária, o CMS de bovinos em confinamento não é constante, variando durante o período de alimentação.

Bovinos confinados normalmente apresentam uma curva de CMS com três segmentos distintos: adaptação, platô e a fase de declínio, que correspondem à adaptação ao ambiente de confinamento, ao aumento do PC e ao aumento do teor de gordura corporal, respectivamente.

Após os animais estarem adaptados à dieta final (normalmente 14 a 28 dias), o consumo será regulado por sinais metabólicos e fisiológicos. Potencialmente, os mecanismos metabólicos importantes que controlam o CMS incluem pressão osmótica ruminal, equilíbrio ácido-base, temperatura corporal, efeitos de saciedade do propionato e ácidos graxos, sinais sensoriais e liberação de peptídeos do trato gastrointestinal durante a refeição (FAVERDIN, 1999; FORBES; PROVENZA, 2000; ALLEN et al., 2005, citados por McMENIMAN, 2007).

Um animal ganha peso em função do alimento que consome, das condições climáticas, do estado sanitário e das características do seu biótipo, sexo, peso, idade e condição corporal. Todos os fatores externos e intrínsecos do animal que afetam a sua

resposta atuam em nível de eventos metabólicos, que determinam como se distribui a energia do alimento, entre retenção ou ganho de proteína e gordura, e quanto se perde como calor (termogênese).

Esses dois processos ocorrem em qualquer nível de consumo e durante toda a vida do animal. Em suma, um animal ganha peso ou cresce quando a energia que consome é maior do que a energia perdida nos processos metabólicos, quando a síntese de tecido excede a degradação destes.

A resposta animal se define pelo ganho de peso, pela condição corporal e pela conversão do alimento em produto. O acúmulo diferencial de tecidos determina em primeiro lugar o ganho de peso; em segundo lugar, a condição corporal; e, finalmente, o gasto de manutenção e a demanda de energia do animal, sendo um componente importante da conversão de alimento em produto. Esse gasto depende da composição corporal (proporção de tecido magro do animal) e do peso relativo dos tecidos hepático e intestinal, que são de alta intensidade metabólica.

Os aumentos de peso e idade são acompanhados de mudanças da composição corporal e do metabolismo animal, os quais estão relacionados. Quanto maior o peso do animal, maior o aumento na proporção de tecido adiposo, e ele tem maior relação gordura: proteína e menor peso relativo dos tecidos hepático e intestinal (DI MARCO, 1993). A composição corporal não é constante e varia com os dias de confinamento. Owens et al. (1995, citados por McMENIMAN, 2007) afirmaram que o incremento da proteína reduz para próximo de zero quando o animal atinge seu peso à maturidade (36% de gordura no peso corporal). O incremento da gordura tem início lento no período de alimentação, mas aumenta rapidamente até o final do período de alimentação (SIMPENDORFER, 1974, citado por McMENIMAN, 2007), enquanto a disponibilidade da energia não é limitante.

O peso corporal em que o animal consegue uma composição de corpo específica, tipo porcentagem de gordura no corpo vazio, é influenciado por numerosos fatores (NRC, 1996), incluindo-se sexo, raça, idade, peso de corpo vazio inicial, conteúdo de gordura, tamanho, plano de nutrição prévia, nível de consumo e a energia disponível da dieta.

O crescimento é a acumulação de massa proteica no tempo até que alcance sua capacidade máxima, quando cessa o acúmulo de proteínas e o animal deixa de crescer (DI MARCO, 1993). O potencial de acúmulo em proteína é o parâmetro de referência para os diferentes processos metabólicos que determinam a demanda energética e a

regulação fisiológica do consumo voluntário do alimento. Os animais de maior potencial de acúmulo de proteínas alcançam maior peso adulto, têm maiores requerimentos energéticos, consomem mais por unidade de peso e retêm menos energia do alimento como gordura (DI MARCO, 1993).

Na complexa integração metabólica para alcançar a proteína, há monitoramento constante do balanço energético do animal, por meio da ação ainda não muito bem conhecida de diferentes reguladores do crescimento, como hormônios, neuropeptídeos, receptores de membranas e mensageiros secundários (DI MARCO, 1993). O resultado dessa integração é a regulação fisiológica do consumo voluntário e o uso da energia no organismo em diferentes processos metabólicos, que determinam a partição da energia em produção de calor e retenção de proteínas e gorduras sempre e quando o consumo energético for maior que o gasto de manutenção (DI MARCO, 1993).

O crescimento em si é biologicamente ineficiente pela seguinte razão: há grande gasto de energia responsável pela geração de calor ou termogênese, pelo transporte de íons e pela manutenção de órgãos e tecidos viscerais, que explicam aproximadamente 50% da produção de calor. O acúmulo de proteínas e gorduras ocorre com grande degradação, que representa mais de 90% da proteína sintetizada e 70% no caso da gordura, o que torna ineficiente a retenção tissular (DI MARCO, 1993). Finalmente, o acúmulo de tecidos acontece quando o consumo de energia é maior, o qual demanda menos de 50% da energia que um animal é capaz de consumir quando não há limites de quantidade e qualidade de alimento.

A produção de carne é energeticamente ineficiente mesmo em sistemas intensivos de produção sob alimentação controlada, devido em parte ao processo de crescimento, que é biologicamente ineficiente, e também porque há necessidade de terminar os animais com grande quantidade de gordura. Essa eficiência é ainda mais baixa em condições de pastejo, em que o animal, por estar nutricionalmente limitado, destina a maior parte da energia do alimento para cobrir as necessidades de manutenção, e o excedente geralmente não resulta em produção de gordura, já que inicialmente o animal acumula a massa proteica. Por essa razão, a terminação é cara, já que para isso é necessário melhorar a alimentação e/ou deixar os animais mais tempo para que cheguem ao peso ou idade para depositar gordura (DI MARCO, 1993).

O consumo de matéria seca é talvez o fator de maior impacto sobre a saúde metabólica e a produção de bovinos. Estimar o consumo ou a ingestão de alimentos, expressa em quilogramas de matéria seca, é prioritário para a formulação de dietas para

os animais, evitando sub ou superalimentação, o que pode resultar no uso eficiente dos recursos alimentícios disponíveis para alcançar balanço adequado de nutrientes e, assim, reduzir os custos.

A ingestão de um alimento de baixa digestibilidade afeta negativamente o consumo voluntário de matéria seca, em razão da taxa de passagem ruminal e de a velocidade de passagem pelo trato digestivo ser menor. O rúmen-retículo e, provavelmente, o abomaso possuem em suas paredes receptores que afetam negativamente o CMS em relação ao volume e peso do alimento neles retido. A fração de fibra em detergente neutro (FDN) do alimento, por sua baixa taxa de digestão, é o principal fator associado ao efeito de enchimento ou regulação física do consumo.

Há também relação inversa entre a densidade e o teor de FDN. Van Soest (1965, citado por FORBES, 1995) sugeriu que o volume de alimentos e o tempo de retenção no trato digestivo são importantes para determinar o consumo. Assim: $I = 110 - 1,716 (100 - CWC)$, sendo $I = \text{CMS}$ expresso em $\text{g/PC}^{0,75}$ e $CWC = \text{conteúdo da parede celular (\%)}$. Um aumento na concentração de alimentos de baixa degradação na dieta ou de materiais indigestíveis causa redução na taxa de passagem, e o enchimento físico no rúmen torna-se limitante (VAN SOEST, 1982; MERTENS, 1983, citados por NRC, 1987).

Parece que uma ação aditiva e de interação de fatores físicos, químicos e fisiológicos regula o CMS nos ruminantes, somado a fatores sensoriais e psicológicos do animal. As predições do CMS, em sua maioria, baseiam-se em fatores relacionados ao animal e/ou à qualidade e quantidade de alimento, mas também têm influência fatores ambientais, de manejo e de sociabilidade dos animais. Assim, os principais fatores a serem considerados seriam aqueles relacionados ao animal, à dieta e ao manejo e os ambientais.

2.2 Fatores relacionados ao animal

Do ponto de vista produtivo, os principais componentes do peso de um animal são: ossos, músculos, vísceras e gordura. Primeiramente crescem os órgãos e vísceras, depois o tecido ósseo, mais tarde o muscular e, finalmente, a gordura (inicialmente acumula-se a gordura intermuscular, depois a interna, a subcutânea e, por fim, a intramuscular).

O músculo é o componente de maior importância econômica, ao passo que o peso dos órgãos e vísceras é de escassa importância econômica, mas de grande magnitude fisiológica. A soma de proteína, gordura, água e cinzas totaliza o peso de um animal (DI MARCO, 1993).

Quando o consumo for limitado pelo tempo de pastejo ou acessibilidade aos alimentos, é provável que ele não esteja relacionado com o tamanho metabólico. Nessas condições, é provável que a velocidade de eliminação dos metabólitos seja o fator que controle o consumo. Conrad et al. (1964) verificaram que o CMS em dietas de baixa digestibilidade foi diretamente proporcional à capacidade do rúmen e, portanto, ao tamanho da vaca. O consumo em dietas com maior digestibilidade, por outro lado, foi regulado pela demanda de energia.

O tamanho metabólico do animal ($PC^{0,75}$) é na realidade o fator que regula o consumo de matéria seca. Sob condições de alimentação em que o enchimento ruminal é o fator condicionante da capacidade de consumo de matéria seca, o tamanho do rúmen determinará o CMS do animal, e há estreita relação entre o tamanho metabólico do animal e a capacidade do rúmen.

Os animais em crescimento apresentam consumo de matéria seca estreitamente ligado ao peso corporal, à taxa de ganho de peso e à composição da dieta. O NRC (1996) recomenda uma fórmula para o cálculo de CMS que leva em consideração o $PC^{0,75}$ e o conteúdo de energia líquida de manutenção da dieta. O peso vivo é uma medida objetiva que está relacionada ao tamanho, porém essa relação é fortemente influenciada pela condição corporal (CC) do animal. Assim, a fim de estimar o CMS, é necessário conhecer a CC para corrigir o peso corporal para a mesma CC.

Os biótipos ou raças grandes são mais magros, têm maior custo de manutenção e consomem mais por unidade de peso. Portanto, em sistemas de produção que lhes permitam expressar seu potencial, eles expressam alto ganho de peso, alcançam bom estado corporal sem excesso de gordura e convertem o alimento eficientemente (DI MARCO, 1993).

Há aproximadamente 40 anos, vários estudos, como os de Frisch e Vercoe (1969), Rogerson et al. (1968) e Ledger et al. (1970), citados por Valadares Filho et al. (2006), mostraram que animais da raça Brahman e animais cruzados Brahman x raças britânicas têm menor CMS que animais de raças britânicas, alimentados com forragem de alta qualidade. Contudo, em dietas com forragem de baixa qualidade, o gado zebu, em geral, apresenta maior CMS. As raças diferem no peso corporal, em que conseguem

uma composição corporal específica. As raças precoces, como Angus e Hereford, conseguem um grau específico de gordura com mais baixo peso corporal que raças como Holandesa e Brahman, que apresentam maturidade mais tardia. Eles propuseram que a predição de CMS deve ser aumentada em 8% para raça Holandesa e 4% para animais cruzados das raças Holandesas e Britânicas. Já para Barbosa (1998, citado por VALADARES FILHO et al., 2006), os animais cruzados consomem, em média, 8% mais que os de raças puras.

Comparado aos bovinos de corte de similar peso inicial, novilhos da raça Holandesa apresentaram CMS 12% maior durante o período de três anos em confinamento comercial em Oklahoma (HICKS et al., 1990).

Em temperatura acima do nível de estresse calórico, o CMS do zebu é mais alto em comparação com o de outras raças (VERCOE; FRISCH, 1970, citados por VALADARES FILHO et al., 2006). Segundo o NRC (1987), a seleção genética para desempenho produziu animais com maior potencial de CMS e sugere que ajustes na predição de CMS sejam feitos. Allen (1992, citado por VALADARES FILHO et al., 2006) afirmou que raças continentais podem consumir 10% a mais do que raças britânicas; com base nessa informação, o AFRC (1993, citado por VALADARES FILHO et al., 2006) propõe fatores de ajuste na predição de CMS para várias raças puras.

Em algumas situações, a diferença de consumo entre sexos parece evidente. As fêmeas expressam menores ganhos do que os machos, mas depositam maior proporção de gordura, razão pela qual podem ser terminadas em períodos mais curtos ou onde o alimento é limitado (DI MARCO, 1993).

O sexo (novilho ou novilha) parece ter efeito limitado sobre o CMS (ARC, 1980; NRC, 1987, 2000). Ingvarlsen et al. (1992, citados por VALADARES FILHO et al., 2006) e NRC (2000) informaram que, em PC menor que 250 kg, novilhas têm grande capacidade de CMS, quando comparadas aos novilhos e touros. Com uma alimentação sem restrições, os touros ganham mais peso e apresentam maior quantidade de tecido magro do que os novilhos, e estes, mais do que as novilhas. Ainda em relação ao sexo, os machos inteiros apresentam maior musculatura, maior relação músculo: osso, maior rendimento de carcaça e menor conteúdo de gordura do que os novilhos. As novilhas têm menos músculo, mais gordura e semelhante relação músculo: osso do que os novilhos. Para determinado peso corporal, as novilhas são proporcionalmente mais maduras que os novilhos e, assim, podem conseguir um percentual de gordura corporal

mais cedo que novilhos (NRC, 2000). O VetLife Benchmark Program reportou que o rendimento em peso de carcaça foi ligeiramente mais baixo para novilhas que novilhos (309,8 vs 335,1 kg). De forma semelhante, os pesos de venda das novilhas foram mais baixos que os dos novilhos (520,6 vs 572,3 kg), enquanto o CMS foi menor em novilhas do que em novilhos (8,6 vs 9,2 kg/d).

Comparado com o de novilhos de peso inicial similar, o CMS médio foi 2% menor para novilhas num período de três anos nos confinamentos comerciais em Oklahoma (HICKS et al., 1990). Harpster (1978, citado pelo NRC, 2000) observou que novilhas de várias raças consumiram 3% mais que novilhos, em relação ao peso metabólico, quando foram alimentados na mesma fase de crescimento.

Forbes (1995) afirmou que a porcentagem de gordura é geralmente maior em animais mais pesados, aumentando o tecido adiposo na região abdominal, limitando a capacidade de adaptação do trato digestivo e diminuindo o consumo. Segundo o NRC (1987), a composição corporal, especialmente a porcentagem de gordura corporal, parece afetar o consumo. O ruminante apresenta ao nascimento menos de 5% de gordura total, a qual posteriormente aumenta com o incremento do peso, até atingir, em animais adultos, entre 20 e 30% do peso de corpo vazio (DI MARCO, 1993). A partir de uma proporção de gordura na carcaça de 32%, o consumo de matéria seca começa a declinar (THORTON et al., 1989, citado por McMENIMAN, 2007; HICKS et al., 1990).

A gordura distribui-se em gordura intermuscular, que corresponde à maior porção, porém esta vai reduzindo à medida que o animal acumula mais gordura, devido ao aumento da gordura de cobertura ou subcutânea. A gordura de cobertura determina o grau de acabamento do animal. À medida que os animais aumentam a idade, o tecido adiposo, de alguma forma, tem um *feedback* no controle do consumo (NRC, 1987). A composição corporal, especificamente a porcentagem de gordura corporal, parece afetar o CMS (NRC, 1987). Fox et al. (1988, citados por McMENIMAN, 2007) e o NRC (2000) sugeriram que o consumo de matéria seca diminui 2,7% a cada 1% de aumento na gordura corporal, no intervalo de 21,3 a 31,5% de gordura corporal. Em geral, quanto maior a taxa de ganho de peso, maior a quantidade de gordura, porém a magnitude da gordura retida varia com o peso do animal, a idade e o sexo (DI MARCO, 1993). Devido à relação entre o consumo e a gordura corporal, a monitoração cuidadosa do consumo pode ser uma ferramenta de utilidade para determinar quando o animal atingiu sua condição de abate.

Em relação à idade, Owens e Gill (1982, citados pelo NRC, 1987) observaram que o CMS aumentou 0,20 kg por cada 50 kg acima de 277 kg de peso inicial quando foram alimentados com uma dieta energeticamente alta, e diminuiu da mesma forma com peso inicial abaixo de 277 kg. Assim, o NRC (1984) concluiu que animais de sobreano consumiam, em média, 10% mais que bezerros com peso e tamanho corporal.

Zinn (1987, citado por McMENIMAN, 2007) sugeriu que padrão e nível de CMS diferem entre bezerros e animais de sobreano, com o CMS sendo maior e alcançando um platô mais cedo para animais de sobreano que para bezerros.

Hicks et al. (1990), avaliando um confinamento no Kansas, sugeriram que havia diferenças dramáticas no CMS entre animais de sobreano e bezerros. Os animais de sobreano exibiram uma curva de CMS com três segmentos diferentes (adaptação, platô e fase de diminuição). O CMS aumentou linearmente nos primeiros 40 a 50 dias, foi estabilizado por aproximadamente 40 dias e decresceu nos 40 dias finais. Em contraste, o CMS de bezerros aumentou durante aproximadamente 70 dias e permaneceu estabilizado nos 100 dias restantes.

2.3 Crescimento compensatório

O aumento no CMS por unidade de PC metabólico é o mecanismo que pode explicar as respostas de crescimento compensatório em bovinos (CARSTENS, 1995, citado por McMENIMAN, 2007). Abdalla (1988, citado por McMENIMAN, 2007) verificou que animais cuja taxa de crescimento foi retardada para aproximadamente metade daquela relacionada ao ganho máximo de proteína poderiam consumir, em média, 10% a mais de matéria seca, quando o consumo foi expresso em $g/PC^{0,75}$. Fox et al. (1972, citados pelo NRC, 2000) observaram que novilhos em crescimento compensatório apresentaram CMS 16% maior que o daqueles em crescimento contínuo.

A variação no teor de gordura corporal dos animais pode explicar os efeitos do ganho compensatório; no entanto, Carstens (1995, citado por McMENIMAN, 2007) sugeriu que outros fatores desconhecidos, além da gordura corporal, poderiam influenciar o CMS para animais em crescimento compensatório.

2.4 Variáveis relacionadas às características dos alimentos

A alimentação afeta a composição química corporal e a taxa do ganho de peso. O principal efeito do plano nutricional se produz na relação gordura: proteína. O nível de alimentação altera a idade em que se alcança o peso de abate e a proporção de cortes de diferentes categorias, as características do tecido muscular e a distribuição da gordura.

Dietas com níveis mais elevados de energia resultam em animal mais jovem ao peso de abate e, como consequência, com maior proporção de gordura intramuscular, tendo a matriz extracelular de colágeno mais nova e uma carne mais macia. Quando a qualidade nutricional diminui, a retenção de gordura torna-se mais afetada do que a de proteína e o animal é mais magro. A perda ou manutenção de peso muda a composição do tecido adiposo, havendo menos gordura e maior conteúdo de água.

Nas raças de maior precocidade, o marmoreio é mais fácil de alcançar, porém, em geral, quando a alimentação é altamente energética, pode haver excesso de gordura na carcaça e em órgãos e vísceras, que influenciam de maneira negativa no rendimento (DI MARCO, 1993). Os alimentos não são iguais na capacidade de atender aos requisitos de manutenção, crescimento, reprodução e lactação. Eles suprem energia e nutrientes essenciais na forma de proteínas, vitaminas e minerais. A energia e a proteína são os principais limitantes, mas algumas características, como tamanho de partícula, podem ser importantes no momento de entender o aproveitamento dos alimentos pelos ruminantes (VAN SOEST, 1994).

Os nutrientes essenciais normalmente incluem água, energia, minerais, vitaminas e aminoácidos. No caso dos ruminantes, os aminoácidos são considerados dentro dos requisitos de proteína, já que as bactérias conseguem sintetizá-los. As vitaminas do complexo B e a vitamina K são sintetizadas pelos microrganismos do rúmen, sendo, portanto, relacionadas com a capacidade de síntese microbiana. A vitamina C é destruída no rúmen, porém os ruminantes têm a capacidade de sintetizá-la.

Quando se oferecem diferentes tipos de alimentos ou forragens a um animal, este tem comportamento diferente em relação a cada um deles, e o CMS é variável, o que indica que a variação no consumo dos alimentos, nessa circunstância, pode ser explicada pela variação na composição dos alimentos oferecidos.

Idealmente, o CMS em confinamento deveria ser uniforme e similar à formulação da dieta original. Observações práticas, ainda assim, sugerem que existe a

seleção, particularmente quando forragens peletizadas são as fontes principais e os suplementos estão incluídos na ração (PRITCHARD; STATELER, 1997, citados por McMENIMAN, 2007). Já o efeito da forma de suplemento (seco, líquido ou peletizado) no CMS não tem sido amplamente pesquisado.

Entre os fatores relacionados à dieta que afetam o consumo de matéria seca, podem-se mencionar: conteúdo de água, digestibilidade, conteúdo de energia, proteína e gordura, tipo e forma física da forragem, proporção de FDN e relação forragem:concentrado. Dinamicamente, o consumo vai depender também da densidade dos alimentos, digestibilidade, taxa de digestão e taxa de passagem, em que a atividade microbiana (ambiente ruminal) desempenha o papel mais importante. O consumo de alimentos, do ponto de vista estático, depende da sua densidade; existe uma relação inversa entre a densidade e o consumo de matéria seca, provocando um enchimento rápido do rúmen.

A água constitui cerca de 95% do suco contido nos vacúolos (compartimento intracelular que ocupa mais da metade da célula) e se encontra em proporções mínimas na parede celular lignificada das células das plantas. É por isso que a água constitui entre 88 e 90% das plantas recém-germinadas, diminuindo à medida que avança a idade delas. O conteúdo de água na planta depende de fatores externos, como temperatura, luminosidade, fertilização nitrogenada e água no solo; portanto, os menores teores de umidade nas forragens são observados no verão e aumentam no outono e no inverno.

Tem-se observado que o consumo de matéria seca (CMS) é bastante alterado quando a MS da forragem é inferior a 15-18%; além disso, há relação linear entre o conteúdo de umidade da forragem e o CMS. Para valores de 13 a 22% de MS, a depressão estimada no CMS é de 0,34 kg de MS por cada unidade percentual de redução no teor de MS. Se o tempo de pastejo for limitado, a taxa de consumo influi negativamente no consumo total de matéria seca. Quando o conteúdo de água da forragem superou 50%, observou-se diminuição do CMS em 0,02% do peso vivo por cada 1% de incremento no conteúdo de água da dieta, quando se utilizaram silagens (alimentos fermentados) (PENDINI et al., 2008).

Em pastoreio direto, o CMS também está ligado ao conteúdo de umidade da planta; o excesso de água pode reduzir o consumo por efeito de enchimento ruminal (INRA, 1978). No entanto, a maioria dos ensaios se refere a vacas alimentadas em estabulação, e o maior efeito está relacionado à umidade da silagem utilizada (PENDINI et al., 2008).

A qualidade e a quantidade de água adequada são fatores centrais para a manutenção do consumo de ração consistente. Se a ingestão de água for limitada, o CMS e o ganho de peso diminuem (UTLEY et al., 1970, citados por McMENIMAN, 2007) . A necessidade de água de bovinos em confinamento é influenciada por vários fatores, incluindo taxa e composição do ganho, atividade, tipo de dieta, consumo de ração e temperatura ambiente (NRC, 2000) citado por Pendini et al. (2008). A frequência com que as calhas devem ser limpas provavelmente varia com seu desenho, a qualidade da água e o número de animais que usam o bebedouro. A composição mineral da água pode influenciar o CMS, particularmente quando se consideram as fontes de água de alta quantidade de sulfato. O consumo de água elevado em sulfato (5.000 mg/kg) diminuiu a ingestão de alimentos e água pelos animais (WEETH; HUNTER, 1971, citados por McMENIMAN, 2007) .

As necessidades de água dos animais domésticos são preenchidas a partir de três fontes principais : água potável; a água contida na dieta; e água metabólica produzida pela oxidação de nutrientes orgânicos (NRC, 1981). Fontes de água com alta quantidade de sulfato são um fator causal conhecido no desenvolvimento de uma desordem neurológica, como é a poliencefalomalacia em bovinos confinados (GOULD, 1998, citado por McMENIMAN, 2007). Com o aumento da alimentação de grãos de destilaria contendo níveis variados, mas elevados, de enxofre, é importante monitorar fontes de água do confinamento para garantir que a ingestão alimentar total de enxofre (ração e água) não exceda a concentração máxima tolerável de 0,4% (NRC, 1996). Previsões precisas de consumo de alimentos e água para classes específicas de bovinos com mais de uma variedade de dieta e as condições ambientais são importantes para formular dietas e garantir que a toxicidade por enxofre não prejudique o desempenho de bovinos de corte.

2.5 Digestibilidade da dieta

Existe uma relação positiva entre o CMS e a digestibilidade dos alimentos pelos ruminantes. À medida que aumenta a digestibilidade da dieta em forragens de digestibilidade menor que 70%, o consumo aumenta, devido à menor quantidade de material indigestível e ao menor tempo de retenção ruminal do alimento.

Quando as dietas possuem digestibilidade superior a 65-70%, a regulação do CMS está em função dos requerimentos de energia do animal, sendo o consumo

regulado por mecanismos fisiológicos. Nessas condições, o CMS aumentará linearmente com a concentração de energia da dieta (digestibilidade), até um ponto em que o consumo de energia se fará constante e o CMS começará a decrescer (CONRAD et al., 1964; BINES, 1976, citado por NRC, 1987). Grande parte dos trabalhos publicados sobre esse tema conduziram experimentos em que a digestibilidade e a concentração energética da dieta eram variadas com o acréscimo de diferentes quantidades de concentrado.

Detmann et al. (2014), avaliando a regulação do consumo de matéria seca (CMS) de bovinos alimentados com dietas contendo forrageiras tropicais, não encontraram relação entre o CMS e o teor de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) das dietas, porém observaram que o teor de matéria orgânica digerida (valor D) diminuiu e o teor de FDN ingerida (valor B) aumentou linearmente com o teor de FDN da dieta. Observaram ainda que o CMS foi influenciado quadraticamente pelo valor D, obtendo-se consumo máximo com o valor de 658 g/kg, enquanto o CMS reduziu linearmente com o valor B. Assim, concluíram que o CMS é regulado simultaneamente por fatores físicos e metabólicos.

O CMS aumenta linearmente com o incremento de concentrado da dieta, independentemente do tipo de forragem. Por outro lado, a digestibilidade da dieta também aumenta linearmente com o acréscimo de concentrado na dieta, porque diminui percentualmente a quantidade de material indigestível da ração. A maior taxa de passagem, a digestibilidade e as características das dietas com alto concentrado são provavelmente a causa dos maiores CMS. Quando um animal troca de dieta, passando de uma dieta de forragem para uma com alto concentrado, mudanças ocorrem na dinâmica da população microbiana no rúmen. Alguns animais experimentam essa transição sem problema, enquanto outros desenvolvem acidose ruminal subclínica (pH < 5,6) ou aguda (pH < 5,2), diminuindo posteriormente o consumo alimentar (OWENS et al., 1998, citados por McMENIMAN, 2007).

Uma variação considerável existe no pH ruminal entre animais alimentados com dietas similares (BEVANS et al., 2005, citados por McMENIMAN, 2007).

A predisposição de um animal para desenvolver acidose ruminal pode estar relacionada à velocidade de consumo e ao tamanho do bocado (KLIEVE et al., 2003, citados por McMENIMAN, 2007). Padrões cíclicos de consumo são com frequência sugeridos ocorrer em animais que têm experimentado acidose ruminal, diminuindo assim a produtividade animal (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2003, citados

por McMENIMAN, 2007). De maneira semelhante, a capacidade ou incapacidade de manter alto o pH ruminal também poderia ser relacionada com a preferência alimentar e a seletividade.

As dietas mais usadas atualmente para bovinos confinados contêm cerca de 2,70-3,45 Mcal de EM/kg de MS (KREHBIEL et al., 2006, citados por McMENIMAN, 2007). Para bovinos em confinamento com dietas de acabamento de alta energia, controles metabólicos se tornam o fator limitante do consumo de ração (NRC, 1987).

A concentração de EM das dietas de confinamento é influenciada principalmente por: (1) fonte de grãos, nível e grau de processamento; (2) fonte de gordura e nível; e (3) fonte de volumoso e nível. Recentemente, Krehbiel et al. (2006, citados por McMENIMAN, 2007) conduziram uma meta-análise de 69 ensaios, em que a concentração energética das rações variou de acordo com o nível de concentrado, a fonte de grãos, o processamento de grãos e o nível de gordura suplementar. Em geral, quando a intensidade de processamento aumenta, diminui o CMS.

O conteúdo de gordura da dieta também altera o consumo. A gordura é frequentemente incluída em dietas como uma fonte de energia, porém, em adição a essa propriedade, muitas vezes é usada para facilitar a mistura e apresentação dos alimentos. Assumindo que os ruminantes consomem energia em função de seus requerimentos (BAILE; FORBES, 1974; BAILE; MCLAUGHLIN, 1987, citados por MERTEN, 1987; NRC, 1989), quando se substituem carboidratos por gordura como fonte de energia, o CMS é menor (GAGLIOSTRO; CHILLARD, 1992, citados por GAGLIOSTRO, 2007). A gordura da dieta altera negativamente a fermentação e a digestibilidade da fibra e sua taxa de passagem (PALMQUIST; JENKINS, 1980, citados por GAGLIOSTRO, 2007). Em bovinos, os níveis de incorporação de gorduras ou óleos na dieta variam entre 2% e 5%; isso se deve ao fato de que a inclusão de maiores quantidades produz depressão na taxa de fermentação ruminal (GALYEAN; GLEGHORN, 2002, citados por McMENIMAN, 2007).

Zinn e Shen (1996, citados por McMENIMAN, 2007) relataram que, quando a inclusão de gordura suplementar aumentou (substituindo a cevada floculada) de 0% a 5%, o CMS diminuiu 6,2% e a concentração de ELg da dieta aumentou de 1,47 para 1,58 Mcal/kg.

Volumosos são frequentemente incluídos em níveis baixos nas dietas de confinamento para minimizar distúrbios metabólicos, como a acidose ruminal, e para otimizar o consumo. Dietas com alto conteúdo de energia podem produzir acidose, com

perda de apetite e diminuição do pH ruminal por déficit de fibra. Isso acontece frequentemente em dietas com alta proporção de carboidratos solúveis e baixo conteúdo de FDN. Se essas dietas de alta energia forem deficientes em proteína, também será alterada a atividade microbiana do rúmen por déficit de N e, conseqüentemente, o CMS. Forragens com baixo conteúdo de proteína são consumidas com dificuldade pelos ruminantes e lentamente digeridas no rúmen. Um baixo conteúdo de proteína em dietas de misturas de forragens e concentrado também afeta negativamente o CMS (CAMPLING et al., 1962, citados por ORSKOV, 1984). Quando as pastagens têm conteúdo inferior a 12-14% de proteína, é frequente o surgimento de limitações de N em nível ruminal, afetando a atividade bacteriana no rúmen, a digestibilidade da dieta e o CMS (ELIZALDE, 1990, citado por PENDINI et al., 2008).

Por outro lado, as dietas com alto conteúdo de proteína e baixa energia produzem excesso de N amoniacal no rúmen, o que pode deprimir o CMS (REARTE, 1992, citado por PENDINI et al., 2008).

Há relação entre a concentração energética da dieta e o CMS por bovinos de corte, com base no conceito de que em dietas menos digestíveis, ou seja, com baixa energia (alta fibra), o CMS é controlado por fatores conhecidos, como enchimento ruminal e impedimento físico da passagem da digesta, enquanto para dietas com alta digestibilidade, alta energia (baixa fibra), o CMS é controlado pela demanda energética do animal e por fatores metabólicos (NRC, 2000). A deficiência dietética de um nutriente, particularmente a proteína (menor que 7% PB), pode diminuir o CMS (NRC, 1987). Com uma dieta pobre em N e rica em fibra oriunda da forragem, o fornecimento de suplementação com N sempre aumenta o CMS (GALYEAN; GOETSCH, 1993, citados por NRC, 2000).

A proteína no rúmen é necessária para a atividade microbiana se desenvolver normalmente, propiciando rápida degradação do alimento, com conseqüente resposta ao aumento do consumo. Segundo Orskov (1984), a necessidade de proteína bruta é de cerca de 32 gramas/Mcal de energia metabolizável digerida no rúmen. A deficiência de proteína ruminal reduz a atividade da microflora ruminal e, conseqüentemente, a taxa de digestão da celulose (FORBES, 1995). O efeito positivo da suplementação com proteína ou N sobre a utilização e consumo de forragem de baixa qualidade tem sido reconhecido (CAMPBELL et al., 1969; FICK et al., 1973; HADJIPANAYIOTOU et al., 1975; KOES; PFANDER, 1975; IGREJA; SANTOS, 1981; MARTIN et al., 1981;

COLEMAN; WYATT, 1982; UMUNNA, 1982; e HENNESSY et al., 1983, citados por GUTHRIE; WARNER, 1988).

Fox et al. (1988, citados por NRC, 2000) sugeriram que o CMS decresce 10% e 6% com 33 e 22 mg de monensina/kg de ração, respectivamente. Galyean et al. (1992, citados por McMENIMAN, 2007) e NRC (2000) observaram decréscimo de 4% no CMS quando novilhos foram alimentados com 31 mg de monensina/kg da dieta na MS. A monensina também afeta a distribuição temporal da alimentação e o tamanho das refeições. Os bovinos alimentados com ela consomem refeições menores e mais frequentes (LAUDERT, 1995, citado por McMENIMAN, 2007). O tamanho da refeição e a alteração do pH ruminal foram menores para novilhos alimentados individualmente com monensina, em um sistema de manejo de cocho limpo (ERICKSON et al., 2003, citados por McMENIMAN, 2007). O mecanismo exato pelo qual a monensina afeta o consumo de ração não é conhecido. Diminuição da palatabilidade da dieta, aumento da absorção de propionato ou efeitos internos da monensina absorvida para a corrente sanguínea foram todos propostos como possíveis mecanismos de controle de CMS (VOGEL, 1995, citado por McMENIMAN, 2007).

A diferença dietética cáatio-aniônica (DCAD), definida como a diferença entre o número de cátions e ânions absorvidos da dieta para a corrente sanguínea, é um fator determinante do pH do sangue (STEWART, 1983, citado por McMENIMAN, 2007).

Aumentando a quantidade de cátions para ânions relativa no plasma aumenta a sua alcalinidade; inversamente, aumentando a quantidade de ânions relativos aos cátions no plasma aumenta a sua acidez (RIOND, 2001, citado por McMENIMAN, 2007).

Uma das formas mais simples de calcular a DCAD (HU; MURPHY, 2004, citados por McMENIMAN, 2007) é como se segue: $DCAD, mEq/kg = (Na + K) - (Cl)$. Ross et al. (1994, citados por McMENIMAN, 2007), em pesquisa com novilhos alimentados com alto concentrado nas dietas à base de milho quebrado contendo DCAD de 0, 15, 30 ou 45 mEq/100 g durante 84 dias, verificaram que durante os primeiros 28 dias um efeito linear da DCAD foi detectado no CMS. No resultado geral de 84 dias, houve efeito quadrático da DCAD para o CMS e o ganho médio diário de peso, observando-se valores máximos com 15 mEq/100 g.

A forma física do alimento também afeta o CMS. Segundo Campling e Freu (1966) e Campling e Milne (1972), citados por NRC (1987), a trituração de forragens grosseiras melhorou o consumo. O efeito da moagem sobre o consumo de concentrados não está claramente demonstrado; em teoria, a moagem aumenta a fermentação ruminal

e pode diminuir o consumo. Se se restringir o tempo de consumo de grãos, a moagem aumenta consideravelmente o consumo destes, por aumento na velocidade de ingestão. A redução do tamanho das partículas e o colapso da estrutura da parede celular provocam redução do tempo de ruminação e aumentam a taxa de passagem e, assim, o consumo em até 50% (GREENHAUGH; WAINMANN, 1972, citados por VAN SOEST, 1994). A moagem fina aumenta a relação propiônico/acético. Isso está associado com redução na produção de metano e mudanças no balanço ruminal de carbono (VAN SOEST, 1994).

A falta de relação entre o tamanho das partículas e a passagem da digesta ruminal sugere que, além do tamanho das partículas ruminais, outros fatores, como a densidade específica, regulam a passagem da digesta ruminal (BORDES; WELCH, 1984, citados por PRIGGE et al., 1990).

O principal problema da avaliação do consumo de um alimento reside nas razões pelas quais um animal pode recusar um alimento. E uma delas é a palatabilidade. Como os animais não comunicam os seus gostos e desgostos, torna-se difícil distinguir se foi a palatabilidade ou uma razão fisiológica que causa a rejeição. A palatabilidade é muitas vezes ignorada como um mecanismo de controle de CMS. Ela se dá em função de como o animal percebe o alimento no tocante a odor, sabor e textura. A palatabilidade é um exemplo de uma variável não completamente descrita por meio de análise de nutrientes, sendo, portanto, difícil quantificá-la (PRITCHARD; STATELER, 1997, citados por McMENIMAN, 2007). Uma grande evidência foi construída para reforçar o conceito de que os ruminantes aprendem a associar as consequências após comerem um alimento com as propriedades sensoriais dele e usar essas preferências e aversões no momento de selecioná-los (FORBES; PROVENZA, 2000, citados por McMENIMAN, 2007).

A palatabilidade compreende também a escolha das melhores porções do alimento. Isso acontece sobretudo quando o alimento é fornecido à vontade. Um bom exemplo é a escolha de folhas em detrimento dos caules. A palavra aceitabilidade normalmente se refere aos aspectos de qualidade, que refletem a palatabilidade, o consumo voluntário e o grau em que os diversos tipos de plantas são consumidos, em relação à sua abundância em experimentos de pastejo.

A seleção é uma fonte de variação que mede o consumo, observando-se que as porções mais palatáveis são ingeridas primeiro. É essa seleção que resulta em diferenças na composição bromatológica das sobras. A seleção de forragens reflete a diferenciação

morfológica e nutritiva das plantas. Um último fator que determina a seleção é o próprio animal, o qual tem o desejo e a habilidade de selecionar. A habilidade varia com as espécies de animais, e o desejo pode ser regulado pela fome e pela disponibilidade de alimentos; geralmente, um animal faminto é menos seletivo.

2.6 Variáveis relacionadas às características do ambiente

O ajuste metabólico e seu efeito sobre o ganho de peso começam no outono, período em que o animal tem de ajustar seu metabolismo para se adaptar às maiores diferenças térmicas entre o dia e a noite e a uma alteração do fotoperíodo. A duração do fotoperíodo afeta positivamente o CMS. Essas condições provocam mudanças hormonais, que têm como efeito a mobilização de tecidos, o aumento da taxa metabólica e uma maior oxidação da glicose, pela qual o animal se garante, com aumento da capacidade de termogênese. A produção de calor é regulada basicamente pelo aumento de transporte de íons e *turnover* de proteínas. Isso significa maior necessidade de produzir calor, sendo o gasto de energia maior nesse processo.

A hipótese é de que a redução do fotoperíodo e a alternância entre o frio e o calor moderado são indicadores das mudanças hormonais que regulam o metabolismo e afetam a resposta animal e a eficiência de conversão do alimento. Como consequência, diminui-se a retenção do tecido, aumenta-se o requerimento de manutenção e há maior demanda de proteína e de carboidratos solúveis (DI MARCO, 1993). Ingvarsen et al. (1992, citados por AZEVÊDO et al., 2006), avaliando o efeito do comprimento do dia sobre a capacidade do CMS, observaram que este pode ser 1,5% a 2% maior em dias longos.

A diminuição do fotoperíodo afeta a concentração de prolactina e de melatonina em touros e novilhas (FORBES et al., 1975; LEINING et al., 1979; PETERS et al., 1978; ZINN et al., 2008). Roseler et al. (1997, citados por LOPES et al., 2005) mostraram que os parâmetros climáticos correspondem a 10% da variação do consumo e sugeriram ajustes de acordo com a temperatura e umidade para prever o consumo desses animais.

O consumo de água aumenta quando a temperatura atinge 35 °C, a partir da qual, por cada aumento da temperatura ambiente, decresce o consumo de água, por inatividade do animal e menor CMS. Coppock (1978, citado por PENDINI et al., 2008) comprovou efeitos similares aos do estresse por calor com temperaturas menores que

24 °C e alta umidade. Na realidade, não é a temperatura ambiente o fator desencadeante do estresse calórico, e sim a combinação entre temperatura e umidade ambiente. Atualmente é utilizado o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) para medir o estresse por temperatura. Os valores de ITU que determinam a neutralidade térmica são de 56 a 62 (VALTORTA, 1990, citado por PENDINI et al., 2008).

O principal efeito do frio crônico é o aumento da taxa metabólica e do consumo. A maior taxa metabólica implica aumento do requerimento de manutenção entre 25% e 70% e diminuição da eficiência de conversão entre 14% e 20% (YOUNG, 1983, citado por NRC, 2000; PENDINI et al., 2008). Além disso, o animal apresenta couro mais grosso, mais pelos e maior quantidade de gordura subcutânea, o que melhora seu isolamento e, como consequência, regula melhor a sua temperatura. Os animais não adaptados ao frio têm menor capacidade de gerar calor do que os adaptados. No inverno, as perdas de peso do rebanho comercial podem representar até 27%, e até 40% na conversão alimentar (DI MARCO, 1993).

Em bovinos, a exposição de curta duração ao frio moderado (5 °C) reduz as concentrações de insulina e, em alguns casos, o hormônio do crescimento e aumenta o glucagon e os corticoides, juntamente com os hormônios da tireoide (SASAKI; WEEKES, 1986; PRATT; WETTEMAN, 1986, citados por DI MARCO, 1993). Nos animais expostos ao frio moderado, há aumento da oxidação de glicose no músculo (SASAKI; WEEKES, 1986, citados por DI MARCO, 1993), assim a exposição ao frio moderado não somente aumenta os requerimentos energéticos, como também aumenta a demanda de proteína solúvel.

Young (1983, citado por NRC, 2000) mencionou que os bovinos submetidos a períodos prolongados de estresse por frio se adaptam incrementando os mecanismos de regulação térmica, intensificando o metabolismo basal e aumentando o CMS. A ruminação, a taxa de passagem e a mobilidade do retículo-rúmen também são incrementadas. Contudo, em condições extremas de frio, não se produz incremento no consumo nem na taxa metabólica, e os animais se encontram em balanço energético negativo, sendo a energia transferida de propósitos produtivos para geração de calor corporal. O principal efeito do clima sobre o consumo é por meio do controle de termorregulação (BROBECK, 1955, citado por McMENIMAN, 2007). A zona de termoneutralidade de um animal é dentro de limites definidos por temperaturas superiores e inferiores críticas, acima e abaixo; o animal deve aumentar ou diminuir a produção de calor para manter a temperatura corporal normal.

Esses limites de temperatura são dependentes da idade, massa corporal, pele e espessura de gordura externa, densidade do cabelo, taxa metabólica basal e densidade energética da dieta (NRC, 1987).

As diferentes espécies são adaptadas para diferentes ambientes, sendo *Bos Indicus* adaptado ao clima tropical, e *Bos Taurus*, ao clima temperado. Para a maioria dos animais alimentados em confinamento nos EUA (ou seja, britânicos, europeus e britânicos x mestiços europeus), os efeitos ambientais primários sobre o CMS ocorrem em temperaturas maiores que 25 °C e inferiores a 15 °C e pela exposição a vento, tempestades e lama (NRC, 1981).

O estresse térmico em bovinos depende não só da temperatura e da radiação solar, mas também da umidade e velocidade do vento (MADER, 2003, citado por McMENIMAN, 2007). Por exemplo, alta umidade combinada com altas temperaturas pode desligar os mecanismos de resfriamento evaporativo, exacerbando o estresse térmico e diminuindo o CMS (HAHN, 1995; MADER, 2003, citados por McMENIMAN, 2007). Hahn (1999, citado por McMENIMAN, 2007) recomendou que as medidas de limitação de esforço devem ser consideradas quando as condições chegam a níveis de índice de umidade superiores a 75 e quando as temperaturas noturnas ficam acima de 23 °C, limitando assim a dissipação de calor.

O nível de conforto térmico que um animal experimenta influencia a distribuição temporal, a duração e a intensidade das crises alimentares. Em geral, depois da exposição inicial, os bovinos tendem a consumir mais frequentemente pequenas refeições (HAHN, 1995, 1999, citado por McMENIMAN, 2007). O animal vai consumir praticamente toda a sua ração duas horas antes e após o nascer e o pôr do sol, respectivamente, com pouca atividade de consumo durante a noite (RAY; ROUBIECEK, 1971, citados por McMENIMAN, 2007). O comportamento alimentar de bovinos geralmente segue um padrão de alimentação diurna, com um breve período (3 a 4 h) pela manhã, alimentação correspondente ao nascer, seguido por um longo período de atividade alimentar no período da tarde, quando o pôr do sol se aproxima (6-7 h). Pouca alimentação é observada durante o meio do dia e início da tarde, especialmente no verão (RAY; ROUBICEK, 1971; GONYOU; STRICKLIN, 1984, citados por McMENIMAN, 2007).

A precipitação na forma da chuva ou neve pode diminuir o CMS, presumivelmente pela modificação na palatabilidade da ração. O NRC (1981) sugeriu que um evento de chuva temporariamente diminui a ingestão de 10 a 30%. Se a

precipitação for combinada com altas temperaturas, a taxa de deterioração da alimentação pode ser aumentada, diminuindo desse modo a palatabilidade da ração, por causa do crescimento de fungos. Precipitação sob a forma de chuva ou neve pode também atenuar episódios de estresse de frio.

Se um evento de precipitação leva ao acúmulo de lama em um curral, seus efeitos sobre a ingestão podem ser mais em longo prazo do que aqueles associados com um único evento de chuva. O NRC (1981) sugeriu que as condições de lama leve (10 a 20 cm) reduziram o consumo de ração de 5% a 15%, enquanto nas condições de lama grave (30 a 60 cm) essa redução foi de 15% a 30%. O NRC (2000) sugere fatores de ajuste no CMS de 15% para lama leve (10 a 20 cm) e 30% para condições severas de lama (30 a 60 cm). Efeitos de lama são maiores quando o acesso à alimentação é limitado e onde existe falta de uma área com cama adequada (NRC, 1981). O consumo de alimento e o desempenho são otimizados quando os níveis de lama são mantidos abaixo do nível crítico.

A frequência em que baias são limpas depende da digestibilidade dos alimentos ingeridos, do número de animais na baia, do nível de precipitação e da metodologia de gestão. Por exemplo, o efeito depressivo no consumo de ração, ou contaminação fecal dos alimentos no cocho, pode ser observado diariamente em qualquer confinamento.

Em regiões onde o estresse térmico é predominante, a instalação de sombrite pode influenciar positivamente o CMS. Novilhas em áreas sombreadas apresentaram maior CMS, ganho de peso, eficiência de ganho e PC final do que as novilhas não sombreadas no estudo de Mitlohner et al. (2001, citados por McMENIMAN, 2007), que foi conduzido durante o verão no Texas. Da mesma forma, Mitlohner et al. (2002, citados por McMENIMAN, 2007) relataram que novilhas sombreadas tiveram um aumento de 2,9% em CMS sobre os seus homólogos sem sombra durante um confinamento de verão (121 dias). A sombra, no entanto, não conseguiu melhorar o CMS por novilhas alimentadas durante três verões consecutivos em Nebraska (MADER et al., 1999, citados por McMENIMAN, 2007).

As micotoxinas são metabólitos fúngicos que podem diminuir o consumo de ração em certas circunstâncias. Os efeitos das micotoxinas presentes em silagens não são muito bem definidos, embora elas sejam muitas vezes suspeitas de deprimir o consumo. Têm sido diagnosticadas aflatoxinas em bovinos em confinamento alimentados com caroço de algodão e milho (OSWEILER; TRAMPEL, 1985; COLVIN et al., 1984, citados por McMENIMAN, 2007). Recentemente, o sorgo ergot

(*Claviceps africana*) vem sendo considerado responsável por vários episódios de morte durante o verão na Austrália. O principal alcaloide tóxico produzido por sorgo é a dihydroergosine, que pode limitar a capacidade do animal de termorregulação durante episódios de estresse de calor e diminuir o CMS.

2.7 Variáveis relacionadas às características do manejo

O efeito da frequência da alimentação não está totalmente claro. Ensaio experimentais (LEVEILLE, 1970, citado por DI MARCO, 1993) mostraram que animais que comem só uma vez ao dia, comparados com os que comem continuamente, consomem menos alimento e depositam mais gordura. Os animais com bom estado corporal ganham mais peso e depositam mais gordura do que os animais magros que anteriormente passaram por restrição alimentícia, sem afetar o potencial de crescimento. Quando a restrição permite ligeiro ganho de peso, os animais têm, em geral, menor quantidade de gordura. As restrições mais rigorosas podem alterar o crescimento do tecido magro e o tamanho do animal e, como consequência, depositar mais gordura durante a realimentação.

O consumo *ad libitum*, como fator de qualidade alimentar, é o principal fator que afeta a resposta animal, particularmente a eficiência. As medidas de consumo *ad libitum* normalmente são feitas com animais estabulados, juntamente com ensaios de digestibilidade. O alimento é fornecido com 5% a 10% acima da quantidade requerida. A composição bromatológica das sobras diferencia-se da dieta total na medida da seleção alimentar praticada pelo animal. A seleção pode ser restrita por consumo reduzido, corte, compressão, moagem ou peletização da dieta. Esta prática, entretanto, pode desviar os resultados das condições alimentares reais.

Zanetti (2014), avaliando bovinos de corte alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar, recebendo três frequências de alimentação (volumoso e concentrado fornecido duas vezes ao dia, uma vez ao dia, ou todo o volumoso fornecido pela manhã e concentrado dividido em duas porções: pela manhã e à tarde), não encontrou diferenças no desempenho animal.

A maioria dos confinamentos comerciais que alimentam o gado *ad libitum* deixam pequena quantidade de alimento no cocho antes de uma realimentação. O objetivo dessa prática é proporcionar a quantidade exata de alimentação que os animais podem consumir num período de 24 horas. Muitos nutricionistas acreditam que o

manejo de cocho limpo rende ingestão maior ou igual à dos sistemas *ad libitum* tradicionais, diminuindo presumivelmente distúrbios digestivos de consumo excessivo (GALYEAN, 1999, citado por McMENIMAN, 2007). No entanto, o risco é de que, se o consumo de ração for restrito além de um ponto crítico, o desempenho e a qualidade de carcaça serão afetados negativamente (DE FOOR et al., 2003, citados por McMENIMAN, 2007).

O tempo de acesso ao alimento nos sistemas estabulados também altera o consumo. Parece certo que o incremento do tempo de acesso ao alimento aumenta o CMS de 20% a 80%, dependendo do tipo de alimento oferecido. O tempo de acesso à alimentação está muito relacionado com a frequência de refeições: se aumenta o tempo, aumentará a frequência. Kaufmann (1976, citado por PENDINI et al., 2008) sugeriu que o aumento do número de refeições diárias não só incrementa o CMS, mas também ajuda a manter uma taxa de fermentação ruminal uniforme. Uma vantagem adicional da alimentação frequente, especialmente em dietas com alta proporção de concentrado, é que ela mantém um ambiente ruminal mais estável ou uniforme, proporcionando maior concentração dos ácidos acéticos e propiônico. Essa situação é favorecida em dietas com alto concentrado.

Para manter a fermentação ruminal uniforme, a sequência de alimentação parece ter efeito importante. Sniffen e Robinson (1984, citados por PENDINI et al., 2008) apresentaram a hipótese sobre a conveniência de fornecer forragens fibrosas previamente ao fornecimento de concentrados. O fornecimento dessas forragens como primeiro alimento na manhã, previamente à alimentação com concentrados, pode favorecer a sua capacidade tamponante, aumentando a salivação com o consumo de forragem; quando o comprimento da fibra da forragem é de mediano a longo, aumenta-se a salivação e o tempo de retenção do alimento no rúmen, o que pode afetar o consumo. Acredita-se, geralmente, que a consistência na disponibilidade, tempo, precisão e distribuição da entrega dos alimentos, bem como as características físico-químicas da dieta, levam a entradas consistentes de animais, maximizando assim a ingestão de ELg (PRITCHARD; BRUNS, 2003, citados por McMENIMAN, 2007).

O consumo de ração no interior da estrutura da baia é dinâmico e varia, em uma base diária, com os níveis de saciedade individuais do gado, influenciado por fatores fisiológico, ambiental, alimentar e de manejo, bem como pela localização do cocho, pelo espaço por animal, pela alocação diária de alimentação e pela hierarquia social da baia.

Variação considerável pode, portanto, haver entre companheiros da baia no consumo de ração, em uma base diária e calculada sobre o período de alimentação. No plano ideal, todos os animais no confinamento seriam alimentados exatamente ao mesmo tempo. Obviamente, não é esse o caso. Como a logística determina o tempo de alimentação e consistência, muitas vezes existe dentro de uma baia grande quantidade de diversidade de tamanho, peso, genética e origem do gado.

Diferenças substanciais em comportamento alimentar podem ser observadas entre animais doentes e saudáveis. Buhman et al. (2000, citados por McMENIMAN, 2007) observaram que bezerros doentes por 11 a 27 dias tiveram frequência e duração de alimentação significativamente menores que as de bezerros saudáveis. O consumo de bezerros com estresse diminui, em média, aproximadamente 1,5% do peso durante as primeiras duas semanas após a chegada ao curral (GALYEAN; HUBBERT, 1995, citados por McMENIMAN, 2007).

A doença respiratória bovina (BVD) é frequentemente mencionada como causadora da depressão no CMS no período de alimentação. A incidência de BVD parece ser mais prevalente durante os primeiros 45 dias de confinamento, com 65 a 80% de morbidade total (EDWARDS, 1996, citado por McMENIMAN, 2007). Se os animais que vão a confinamento desenvolvem um episódio como BVD, isso vai gerar uma aversão à alimentação (GALYEAN; ABNEY, 2006, citados por McMENIMAN, 2007). Resultados de morbidade por BVD são com frequência supostos serem maiores para bezerros que para animais de sobreano, devido ao grau maior de tensão e por eles geralmente terem um sistema imunitário mais suscetível.

A manutenção da integridade do sistema imune é fundamental para aperfeiçoar o CMS por bovinos em confinamento. A BVD diminui o CMS de bovinos. Vários fatores interagem para determinar a total suscetibilidade dos bovinos à BVD; de fato, a etiologia multifatorial complexa da BVD, combinada com a falta de métodos adequados para detectar formas subclínicas da doença, complica os esforços para diminuir a prevalência de BVD e seus efeitos negativos sobre o consumo de ração.

Uma variedade de fatores pré-desmame e de gestão pós-desmame tem sido proposta por Duff e Galyean (2007, citados por McMENIMAN, 2007) afetar a suscetibilidade de BVD dos animais. Existem oportunidades para diminuir a BVD antes de o animal entrar no confinamento. Práticas como a garantia de uma nutrição adequada pré-natal, ingestão de colostro, detecção de animais persistentemente infectados por BVD no rebanho, gestão de saúde (vacinação, castração etc.), pré-desmama,

rastreamento do estado mineral, condição corporal e peso do animal e limite do estresse por transporte podem diminuir a BVD (DUFF; GALYEAN, 2007, citados por McMENIMAN, 2007). Uma vez no confinamento, há poucas oportunidades para diminuir a incidência da doença, porém os programas de antibióticos profiláticos podem ser benéficos em alguns casos (DUFF; GALYEAN, 2007, citados por McMENIMAN, 2007). Vários micronutrientes, como Zn, Cu, Se e Cr, vitamina E e vitaminas do complexo B têm influência na resposta imune de bovinos.

2.8 Algumas equações utilizadas para estimar o consumo de matéria seca

Como os fatores que regulam o consumo em ruminantes não estão completamente entendidos, modelos para predizer o consumo são empíricos por natureza (NRC, 2000). Prever a ingestão de alimentos é importante por várias razões. Primeiramente, estimativas precisas de CMS são importantes para que as dietas sejam formuladas para atender às exigências nutricionais. Em segundo lugar, uma vez que o CMS é predito, o ganho médio diário pode ser predito por meio de equações de energia líquida (NE) (NRC, 2000, citado por McMENIMAN et al., 2009), quando a concentração de NE da dieta for conhecida.

A predição do consumo também é importante para identificar as baias que estão consumindo alimentos abaixo da média e, assim, programar medidas adequadas para melhorar o desempenho desses animais.

As equações de predição de consumo citadas pelo NRC e ARC relacionam o consumo com a concentração energética da dieta. O ARC (1980) utiliza para dietas grosseiras: $CMS (g/kgPV^{0,75}) = (24,1 + 106,5 qm + \%C)$, em que qm = quociente de metabolização da dieta (EM/EB) e $\%C$ = porcentagem de concentrado na dieta; e, para dietas finas: $CMS (g/kgPV^{0,75}) = (116,8 - 46,6 qm)$.

As equações propostas pelo NRC (1984, 2000) foram: $CMS = 1,8545 + 0,01937*PCi$ (Equação 1 do NRC, 1984), $CMS = 4,54 + 0,0125*PCi$ (Equação 2 do NRC, 2000), $CMS = PCMM*(0,1493*ELm-(0,046*ELm^2)-0,0196)$ (Equação 3 do NRC, 1984) e $CMS = (PCMM*(0,2435*ELm-(0,0466*ELm^2)-0,1128))/ELm$ (Equação 4 do NRC, 2000), sendo ELm = concentração de energia líquida de manutenção e $PCMM$ = peso corporal metabólico médio.

O NRC (2000) publicou duas equações para predizer o CMS para bovinos em confinamento. A primeira foi baseada numa estimativa da concentração de ELm

dietética e do peso corporal em jejum médio ($SBW^{0,75}$). A equação para bezerros é a seguinte – Equação 2.1: $CMS = [SBW^{0,75} \times (0,2435 \times ELM - 0,0466 \times ELM^2 - 0,1128)] / ELM$, com o intercepto de novilhos de sobreano e novilhas sendo de 0,0869 em vez de 0,1128. A equação foi posteriormente avaliada em um segundo conjunto de dados da Universidade de Cornell, que consistia em 54 dados de novilhos e novilhas com tamanho pequeno, médio e grande. Esse conjunto de dados foi utilizado para testar a equação com dietas com concentrações energéticas médias ou altas (concentração energética da dieta variando entre 1,4 e 2,1 Mcal/kg de MS) durante 100 dias. O CMS previsto pela Equação 2.1 representou 76,47% da variação observada no CMS.

A segunda equação para predição de CMS por bovinos em confinamento foi desenvolvida a partir de um banco de dados de dois confinamentos comerciais: um do Kansas ($n = 732$) e outro a partir da Califórnia, Arizona e Texas ($n = 929$), a fim de avaliar um conjunto de dados combinando a relação entre o peso inicial e o CMS. Os pesos iniciais representaram 57,1 e 45,2% de variação em CMS em cada conjunto de dados. Em média, em ambos os dados a relação entre o peso inicial e o CMS foi – Equação 2.2: $CMS = 4,54 + 0,0125 \times PC$ inicial. A avaliação da Equação 2.2 com o conjunto de dados de Cornell resultou em 54,81% de variação do CMS observado, podendo explicar o CMS com um viés de 6,49%.

Block et al. (2001, citados por McMENIMAN, 2007) avaliaram os modelos para a previsão de CMS do NRC (2000), níveis 1 e 2, em dois experimentos de confinamento separados no oeste do Canadá. A combinação de dados desses experimentos determinou que os modelos tiveram baixa precisão com a previsão do CMS, explicando apenas 34% e 37% da variação observada no CMS, respectivamente. Nenhuma pesquisa avaliou as equações do NRC (2000) para prever o CMS em confinamentos comerciais.

Equações curvilíneas são usadas para modelar as curvas de consumo de bovinos em confinamento. A avaliação correta da curva de CMS pode ajudar nutricionistas na formulação de dietas para melhorar o crescimento dos animais. A fase de alimentação de nutrientes também tem sido proposta como um meio de diminuição dos efeitos ambientais de alimentação do gado.

Thornton et al. (1985, citados por McMENIMAN, 2007) desenvolveram uma equação para prever o CMS com base no PC inicial (libras) e DOF (dias de confinamento): $CMS = 3,91 + 0,259 \times DOF - 0,0027 \times DOF^2 + 0,0162 \times PC_i + 0,0000083$

DOF³. O CMS predito por esta equação foi responsável por 50% da variação observada em CMS.

Plegge e Goodrich (1986, citados por McMENIMAN, 2007) desenvolveram equação para prever o CMS durante o período de alimentação, mas, ao contrário da equação de Thornton et al. (1985), sua equação dependia de uma estimativa do peso relativo (PR) = SBW/PCVZ, sendo PCVZ = peso de corpo vazio, segundo a equação: CMS (kg) = - 43,18 - 0,004xPCi + 0,00003x PCi² + 36,8326x (peso relativo) - 20,8356 (peso relativo)² + 24,5011 x EM (Mcal/kg MS) - 4,4019 (ME)². Esta equação foi responsável por 79,9% da variação no consumo de ração quando os efeitos de sexo, idade, raça, estação e uso de ionóforos e implantes foram contabilizados no modelo.

Considerando que no Brasil os animais são predominantemente zebuínos, o BR Corte, descrito por Valadares Filho et al. (2010), desenvolveu equações para estimar o consumo de MS para condições tropicais, recomendando duas equações: uma para zebuínos puros, ou seja, Nelore: CMS = -2,7878 + 0,08789*PV^{0,75} + 5,0487 GMD - 1,6835 GMD²; e outra para zebuínos cruzados com taurinos de corte: CMS = -2,6098 + 0,08844*PV^{0,75} + 4,4672 GMD - 1,3579 GMD².

Segundo Forbes (1995, citado por PEREIRA et al., 2003) e Owens e Gill (1982), Fox e Black (1984) e Plegge et al. (1984), citados por NRC (1987), o consumo por unidade de peso metabólico se eleva até os 350 kg e pode ser predito pela equação: CMS (g/dia) = 172*PV^{0,61}, ou seja, à medida que aumenta o peso, o expoente diminui, sendo 0,61 o valor sugerido para conseguir valores constantes em animais em crescimento.

Segundo o NRC (2000), os métodos descritos para prever o CMS são planejados para fornecer uma orientação geral. Não existe uma equação capaz de ser aplicada em todas as situações de produção. O correto seria desenvolver equações de predição de CMS específicas para determinada situação de produção; assim, essas equações deveriam responder por maior porcentagem da variação no CMS que seria possível, quando comparada a uma equação generalizada.

O controle multifatorial da ingestão alimentar requer a utilização de técnicas de regressão múltipla para prever o CMS de bovinos. Modelos práticos para prever o CMS no início do período de alimentação incluem provavelmente variáveis como PC, raça, idade, tamanho, concentração energética inicial da dieta e tipo de ionóforo.

Equações para descrever o CMS durante todo o período de alimentação não foram amplamente desenvolvidas ou avaliadas. Dados de confinamentos comerciais

parecem sugerir aumento de ganho de peso com o aumento do CMS, com pouca mudança na eficiência alimentar.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os consumos observados foram obtidos de um sistema de engorda em confinamento desenvolvido nos meses de março, abril, maio e junho de 2013, na cidade de Salto, Uruguai. As características desse sistema são: categoria animal (machos castrados); animais cruzados principalmente de Angus e Hereford; espaço por curral de 35 a 55 metros quadrados por animal; idade de abate menor ou igual a 27 meses; tempo de confinamento variando de 100 a 104 dias; peso corporal inicial variando de 340 a 380 kg; peso corporal final de 500 a 520 kg; dietas completas (TMR = Total Mixed Ration); e componentes básicos da dieta (silagem de sorgo, grãos de milho, sorgo, torta de girassol e premix vitamina-minerais).

Os dados do consumo foram obtidos pelo pessoal do campo de forma diária, em kg de matéria natural oferecida por dia por lote. O consumo diário médio de cada curral foi obtido por quilograma de matéria seca oferecida por dia por curral, dividido pelo número de animais do curral. Isso permitiu observar a evolução diária e total do consumo de alimento de cada lote durante o período de engorda.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os dados médios obtidos em confinamento no Uruguai. Na Figura 1 tem-se a equação obtida para estimar o CMS em relação aos dias de confinamento, que apresentou comportamento quadrático, sendo o CMS máximo estimado aos 100,2 dias de confinamento. Na Figura 2 encontra-se a equação ajustada, conforme o modelo descrito pelo BR Corte (2010), para os dados do confinamento do Uruguai.

Tabela 1 - Dados médios obtidos em confinamento no Uruguai para consumo de matéria seca (CMS) em kg, peso corporal inicial (PCi) e final (PCf), número de animais por baia (NA), ganho médio diário (GMD) em kg/dia, número de dias em confinamento (DF) e relação volumoso:concentrado (V:C)

Baia	CMS	PCi	PCf	NA	GMD	DC	V:C
1	13,52	401	559	160	1,549	102	23:77
2	12,82	355	504	158	1,461	102	22:78
3	11,93	328	508	155	1,765	102	22:78
4	12,12	321	502	152	1,775	102	22:78
5	13,68	408	545	165	1,317	104	22:78
6	12,32	371	525	166	1,481	104	22:78
7	12,05	360	503	165	1,375	104	22:78

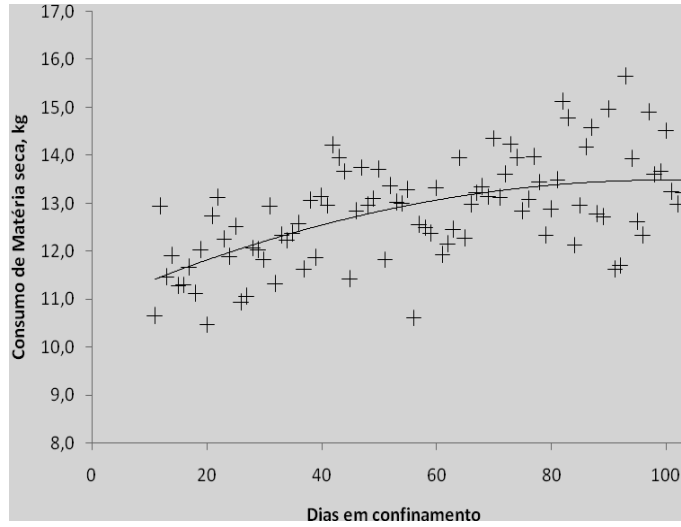


Figura 1 - Consumo de matéria em função dos dias em confinamento: $CMS = 10,87412 + 0,05209xT - 0,00025994 \times T^2$ ($R^2 = 0,3484$).

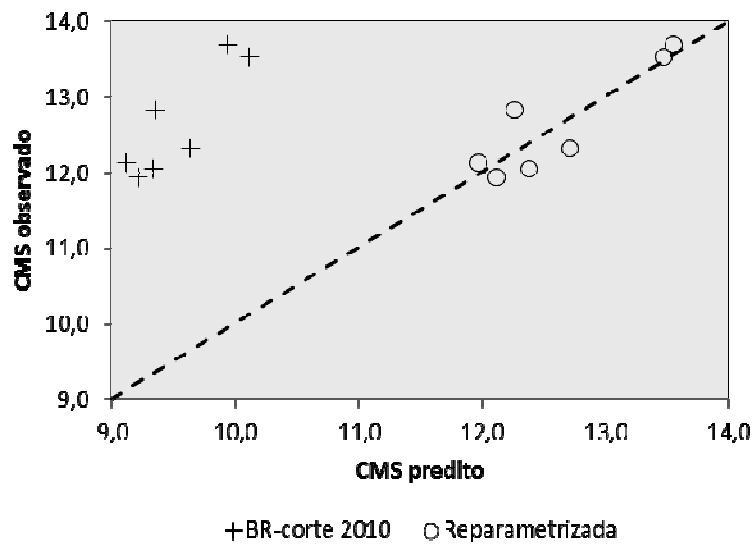


Figura 2 - Estimativa do consumo de matéria em função do peso corporal e do ganho médio diário: $CMS = 5,73874 + 0,14961 \times PV^{0,75} - 9,86052 \times GMD + 3,19386 \times GMD^2$.

5 CONCLUSÃO

O controle multifatorial da ingestão alimentar requer a adoção de técnicas de regressão múltipla para prever o CMS de bovinos. Modelos práticos para prever o CMS no início do período de alimentação incluem provavelmente variáveis como peso corporal, raça, idade, tamanho, concentração energética inicial da dieta e tipo de ionóforo.

O correto seria desenvolver equações de predição de CMS específicas para cada sistema de produção, as quais deveriam responder pela maior parte da variação no CMS, quando comparadas a uma equação generalizada.

REFERÊNCIAS

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirements of ruminant livestock**. Slough: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980. 351 p.

AZEVEDO, J. A. G.; VALADARES FILHO, S. C.; PINA, D. S.; DETMANN, E.; VALADARES, R. F. D. Predição de consumo de matéria seca por bovinos de corte em confinamento. In: VALADARES FILHO, S. C.; MARCONDES, M. I.; CHIZZOTTI, M. L.; PAULINO, P. V. R. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados (BR CORTE)**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2010. p. 1-11.

BAILE, C. A.; FORBES, J. M. Control of feed intake and regulation of energy balance in ruminants. **Physiological Reviews**, v. 54, p. 160-214, 1974.

BALDWIN, R. L.; DONOVAN, K. C. **Modeling ruminant digestion and metabolism**. Davis: Department of Animal Science, University of California, 1998. v. 445. p. 325-326.

CHIZZOTTI, M. L.; TEDESCHI, L. O.; VALADARES FILHO, S. C. A meta-analysis of energy and proteins requirements for maintenance and growth of Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 1588-1597, 2008.

CONRAD, H. R.; PRATT, A. D.; HIBBS, J. W. Regulation of feed intake in dairy cows. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. **Journal of Dairy Science**, v. 47, n. 1, p. 54-62, 1964.

DETMANN, E.; HUHTANEN, P.; GIONBELLI, M. P. A meta-analytical evaluation of the regulation of voluntary intake in cattle fed tropical forage-based diets. **Journal of Animal Science**, v. 92, p. 4632-4641, 2014.

DI MARCO, O. N. **Crescimento e resposta animal**. Buenos Aires: Associação Argentina de Produção Animal, 1993.

- FERRAZ LOPES, F. C.; RODRIGUEZ, N. M.; MAGALHAES AROEIRA, L. J.; MACHADO SAMPAIO, I. B.; BORGES, I. Equações para predição de consumo voluntário de vacas em lactação. **Veterinária Notícias**, v. 11, n. 1, p. 115-126, 2005.
- FORBES, J. M. The multifactor nature of food intake control. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 81-144, 2003.
- FORBES, J. M. **Voluntary food intake and diet selection by farms animals**. Cambridge: CAB International, 1995. 532 p.
- FORBES, J. M. The multifactorial nature of food intake control. **Journal of Animal Science**, v. 81 (E.Suppl. 2): E139-E144, 1993.
- FORBES, J. M. Voluntary feed intake. In: FORBES, J. M.; FRANCE, J. (Ed.) **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Cambridge: University Press, 2007.
- FOX, D. G.; BLACK, J. R. A system for predicting body composition and performance of growing cattle. **Journal of Animal Science**, v. 58, p. 725, 1984.
- GAGLIOSTRO, G. A.; SCHROEDER, G. F. Efectos de la suplementación con sales cálcicas de ácidos grasos insaturados sobre la digestión ruminal en vacas lecheras en pastoreo. **Archivos Latinoamericana de Producción Animal**, v. 15, n. 3, p. 85-97.
- GESUALDI JR, A.; QUEIROZ, A. C.; RESENDE, F. D. Validação dos sistemas VIÇOSA, CNCPS e NRC para formulação de dietas para bovinos Nelore e Caracu, não-castrados, selecionados em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 3, p. 997-1005, 2005.
- GUTRHIE, M. J.; WAGNER, D. G. Influence of protein or grain supplementation and increasing levels of soybean meal on intake, utilization and passage rate of prairie hay in beef steers and heifers. **Journal of Animal Science**, v. 66, p. 1529-1537, 1988.
- HICKS, R. B.; OWENS, F. N.; GILL, D. R.; OLTJEN, J. W.; LAKE, R. P. Daily dry matter intake by feedlot cattle: influence of breed and gender. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 245-253, 1990.
- INGVARTSEN, K. L. Models of voluntary food intake in cattle. National Institute of Animal Science, Research Center. **Livestock Production Science**, v. 39, n. 1, p. 19-38, 1994.
- TYLUTKI, T. P.; FOX, D. G.; DURBAL, V. M.; TEDESCHI, L. O.; RUSSELL, J. B.; VAN AMBURGH, M. E.; OVERTON, T. R.; CHASE, L. E.; PELL, A. N. Cornell net carbohydrate and protein system: a model for precision feeding of dairy cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v. 143, p. 174-202, 2008.
- LEVA, P.; GARCIA, M.; RODRIGUEZ, R.; VALTORTA, S. E. Olas de calor y entregas diarias de leche en tambos de la cuenca lechera central Argentina. **Revista FAVE - Ciencias Agrarias**, v. 7, n. 1-2, p. 97-103, 2008.

- MACHADO NETO, O. R.; LADEIRA, M. M.; GONÇALVES, T. M.; LOPES, L. S.; OLIVEIRA, D. M.; BASSI, M. S. Feed intake and prediction assessments using the NRC, CNCPS and BR-CORTE systems in Nellore and Red Norte steers finished in feedlot. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 2, p. 394-401, 2010.
- MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, v. 64, p. 1548-1558, 1987.
- McMENIMAN, J. P.; TEDESCHI, L. O.; DEFOOR, P. J.; GALYEAN, M. L. Development and evaluation of feeding-period average dry matter intake prediction equations from a commercial feedlot database. **Journal of Animal Science**, v. 88, p. 3009-3017, 2010.
- McMENIMAN, J. P.; DEFOOR, P. J.; GALYEAN, M. L. Evaluation of the National Research Council (1996) dry matter intake prediction equations and relationships between intake and performance by Feedlot Cattle. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 1138-1146, 2009.
- McMENIMAN, J. P. **Predicting feed intake and performance by feedlot cattle**. 2007. 155 f. Dissertation (Animal Science) – Texas Tech University, Lubbock, 2007.
- NASCIMIENTO, M. L.; FARJALLA BALDINI, F. Y.; NASCIMENTO, J. L. Consumo voluntario de bovinos. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 10, n. 10, 2009. 155N 1695-7504.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals**. Washington: National Academy of Science, 1981. 152 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 6.ed. Washington: National Academy Press, 1984. 90 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. Washington, D.C: 1987. 85 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed..Washington, D.C.:1996. 234 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. rev. Washington, D.C.: 2000. 234 p.
- ØRSKOV, E. R. **Nutricion proteica de los rumiantes**. Zaragoza: Acribia, 1984. 178 p.
- PENDINI, C. R.; CARRIZO M. E. **Notas sobre alimentación de la vaca lechera**. Córdoba, Argentina: Universidad de Córdoba, 2008. 18 p.
- PEREIRA, E. S.; ARRUDA, A. M. V.; MIZUBUTI, I. Y. Consumo voluntário em ruminantes. **Semina Ciências Agrárias**, v. 24, n. 1 p. 191-196, 2003.
- PRIGGE, E. C.; STUTHERS, B. A.; JACQUEMET, N. A. Influence of forage diets on ruminal particle size Passage of digesta, feed intake and digestibility by steers. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 4352-4360, 1990.

REZENDE, P. L. P.; F. NETO, M. D.; RESTLE, J.; FERNANDES, J. J. R.; PÁDUA, J. T.; QUEIROZ, G. A. B. Validação de modelos matemáticos para predição de consumo voluntário e ganho em peso de bovino. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 232, p. 921-930, 2011.

SAVIETTO, D.; BERRY, P.; FRIGGENS, N. C. Towards an improved estimation of the biological components of residual feed intake in growing cattle. **Journal of Animal Science**, v. 92, p. 467-476, 2014.

VALADARES FILHO, S. C.; AZEVEDO, J. A. G.; PINA, D. S.; DETMANN, E.; VALADARES, R. F. D. Desenvolvimento de equações para prever o consumo de matéria seca de bovinos nelore e mestiços In: GUIM, A.; VÉRAS, A. S. C.; SANTOS, M. V. F. (Org.). CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 2006, Recife. **Anais...** Recife: Associação Brasileira de Zootecnistas, 2006. p. 1-26.

VALADARES FILHO, S. C.; MARCONDES, M. I.; CHIZZOTTI, M. L.; PAULINO, P. V. R. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados BR-CORTE**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, DZO, 2010. 193 p.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca, NY: Cornell University, 1994. 476 p.

ZANETTI, D. **Exigências nutricionais, frequência de alimentação e níveis de cálcio e fósforo para bovinos gir x Holandês em confinamento**. 78 f. 2014. Dissertação (Mestrado e Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2014.

ZINN, R. A.; BARRERAS, A.; OWENS, F. N.; PLASCENCIA, A. Performance by feedlot steers and heifers: daily gain, mature body weight, dry matter intake and dietary energetic. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 2680-2689, 2008.

APÊNDICE

Tabela 1A - Consumo de matéria seca diário de cada uma das baias

DIAS	BAIA 1	BAIA 2	BAIA 3	BAIA 4	BAIA 5	BAIA 6	BAIA 7
	CMS (kg/dia)						
1	3,4	3,4	4,5	3,5	10,0	9,3	4,2
2	13,6	12,0	9,0	10,4	10,6	8,3	4,2
3	11,9	8,6	9,0	8,6	8,3	11,0	6,3
4	6,8	7,2	8,5	6,9	14,4	6,4	8,4
5	8,5	8,6	8,5	8,6	7,8	8,6	9,0
6	11,9	12,0	8,6	10,5	11,7	10,7	8,4
7	13,7	12,2	6,9	7,0	8,1	9,7	8,4
8	10,3	10,4	10,3	8,7	9,7	9,7	10,8
9	10,3	10,4	7,9	11,2	12,9	10,2	6,2
10	13,7	8,7	8,6	8,7	11,2	10,6	10,8
11	10,3	10,4	11,9	12,2	11,2	10,4	8,1
12	13,5	14,5	13,9	14,2	11,3	10,7	12,4
13	15,7	13,9	9,9	10,1	10,9	11,5	8,1
14	11,8	9,9	11,9	12,2	13,2	11,8	12,6
15	11,8	11,9	9,9	9,3	13,2	11,7	11,1
16	13,8	10,7	11,9	12,2	9,4	11,8	9,4
17	13,8	13,9	9,9	10,1	13,2	11,3	9,4
18	11,8	9,9	11,9	12,2	10,9	11,1	10,1
19	11,8	11,9	11,9	12,2	13,2	11,3	11,9
20	11,8	11,9	8,0	8,1	11,3	11,3	11,0
21	13,8	11,9	15,9	14,2	9,4	10,6	13,4
22	17,7	13,9	11,9	14,2	13,2	10,6	10,4
23	13,8	15,9	9,9	10,1	11,3	10,6	14,1
24	14,1	11,5	13,9	14,2	9,4	10,6	9,4
25	15,7	13,9	9,9	10,1	13,2	10,6	14,1
26	9,8	9,9	9,9	10,1	11,3	11,3	14,1
27	9,8	11,9	11,9	12,2	11,3	10,8	9,4
28	15,7	13,9	9,9	10,1	9,4	11,3	14,1
29	11,8	9,9	11,9	12,2	13,2	11,1	14,1
30	13,8	13,9	11,9	14,2	7,5	10,8	10,7
31	13,8	13,9	11,9	12,2	11,3	10,8	16,7
32	11,8	11,9	11,9	12,2	9,4	11,1	11,0
33	11,8	11,9	11,9	10,1	13,1	11,8	15,7
34	13,8	11,9	11,9	12,2	13,1	11,8	11,0
35	11,8	11,9	11,9	12,2	14,2	12,3	12,3
36	13,8	11,9	11,9	12,2	15,0	12,3	11,0
37	13,8	11,9	8,0	8,1	11,2	12,7	15,7
38	13,8	13,9	11,9	12,2	13,1	12,5	14,1
39	13,8	11,9	9,9	10,1	13,3	13,0	11,0

DIAS	BAIA 1	BAIA 2	BAIA 3	BAIA 4	BAIA 5	BAIA 6	BAIA 7
	CMS (kg/dia)						
40	13,8	13,9	11,9	14,2	11,6	12,6	14,1
41	11,8	11,9	15,9	16,2	11,6	12,4	11,0
42	17,7	17,9	13,1	13,0	11,6	12,1	14,1
43	13,8	13,9	15,9	16,2	11,6	12,2	14,1
44	15,7	15,9	11,9	10,1	13,5	11,3	17,2
45	9,8	9,9	13,9	14,2	11,6	11,1	9,4
46	15,7	15,9	10,3	10,4	11,6	11,9	14,1
47	13,9	12,1	14,6	14,7	15,4	11,5	14,1
48	14,1	16,3	12,5	12,6	9,6	11,5	14,1
49	12,1	12,2	14,6	12,6	11,6	11,5	17,2
50	16,1	14,3	12,5	12,6	15,4	11,0	14,1
51	12,1	12,2	12,5	12,6	9,6	11,2	12,5
52	14,1	14,3	12,5	14,7	13,5	12,0	12,5
53	16,1	14,3	10,4	10,5	13,5	12,3	14,1
54	14,1	12,2	16,6	16,8	10,0	11,9	9,4
55	16,1	16,3	8,3	10,5	14,2	11,9	15,7
56	10,1	8,2	12,5	10,5	12,0	11,7	9,4
57	12,1	12,2	12,5	12,6	14,0	11,9	12,5
58	16,1	14,3	10,4	12,6	10,0	12,2	11,9
59	12,1	10,2	12,5	14,8	14,0	12,0	11,0
60	16,1	14,3	13,3	10,6	12,0	12,3	14,7
61	10,1	11,4	10,8	13,2	16,0	12,5	9,4
62	16,7	12,7	8,7	11,1	12,0	12,8	11,0
63	10,6	12,8	13,0	13,2	12,0	13,0	12,5
64	16,7	16,9	13,0	11,0	14,0	13,5	12,5
65	12,5	12,7	10,8	13,2	14,0	13,2	9,4
66	12,5	12,7	13,0	14,5	14,0	12,7	11,4
67	14,6	14,8	13,0	13,2	12,0	12,9	12,1
68	16,7	12,7	15,1	11,0	12,0	12,8	13,0
69	14,6	10,6	13,0	15,4	14,0	13,0	11,4
70	14,6	16,9	13,0	15,4	14,8	12,8	13,0
71	14,6	14,8	13,0	13,2	12,0	12,8	11,4
72	16,7	14,8	13,0	13,2	12,0	12,5	13,0
73	18,8	12,7	13,0	15,4	14,0	12,8	13,0
74	16,7	14,8	15,1	11,0	16,0	13,5	10,5
75	14,6	14,8	8,6	13,2	12,0	13,5	13,1
76	11,7	10,6	13,0	15,4	16,0	13,4	11,4
77	14,6	14,8	13,0	13,2	12,0	13,7	16,5
78	14,6	14,8	13,0	13,2	16,0	13,4	9,1
79	14,6	14,8	10,8	13,2	10,0	13,7	9,1
80	12,5	10,6	15,1	13,2	14,0	13,7	11,0
81	16,7	14,8	13,0	13,2	12,0	13,7	11,0
82	16,7	14,8	15,1	15,4	17,6	13,4	12,8
83	18,8	14,8	12,9	17,6	12,0	12,7	14,6
84	12,5	14,8	12,9	11,0	8,0	12,9	12,8

DIAS	BAIA 1	BAIA 2	BAIA 3	BAIA 4	BAIA 5	BAIA 6	BAIA 7
	CMS (kg/dia)						
85	12,5	12,7	12,9	13,2	14,0	12,7	12,8
86	16,7	16,9	12,9	11,0	16,0	12,9	12,8
87	16,7	14,8	15,1	13,2	16,0	12,4	13,9
88	14,6	14,8	12,9	13,2	8,0	12,4	13,5
89	12,5	12,7	12,9	13,2	14,0	12,7	11,0
90	18,0	17,8	12,9	13,2	18,0	13,2	11,7
91	14,6	12,7	8,6	8,8	12,0	13,7	11,0
92	8,4	8,5	12,9	13,2	12,0	13,9	13,2
93	16,7	14,8	19,4	17,6	16,0	13,4	11,7
94	18,8	16,9	10,8	11,0	12,0	13,4	14,6
95	12,5	16,9	8,6	11,0	12,0	13,7	13,5
96	10,4	8,5	15,1	13,2	12,1	14,3	12,8
97	16,7	14,8	12,9	15,4	16,1	13,8	14,6
98	16,7	14,8	12,9	13,2	10,1	13,0	14,6
99	16,7	12,7	12,9	13,2	12,1	13,5	14,6
100	12,5	12,7	17,2	17,6	16,1	12,8	12,8
101	14,6	16,9	10,8	13,2	10,1	12,5	14,6
102	14,6	12,7	12,9	13,2	10,1	12,8	14,6
					14,1	12,8	12,8
					12,1	11,9	14,6

Tabela 2A - Composição físico-química dos alimentos

Tipo de Alimento	M.S	PC	EM	D	N.D.T.	P	Ca	EE	FDN	FDA
	(%)		(Mcal/kg MS)	(%)						
Cevada moída		14,3	2,84		74	2,40	0,60		21,0	7,0
Sorgo grão umedecido	63,6	6,7	2,84	74		0,27	0,06		15,0	7,0
Milho grão	87,1	11,0	3,36			0,03	0,05		9,2	3,2
Silagem de sorgo	30,8	4,9	1,33	37		0,31	0,33		73,0	55,0
Farelo de girassol	88,1	26,7	1,86		50	0,06	5,70		55,0	53,0
Farelo de soja		39,7	2,43		74	0,03	4,70		22,0	14,0
Grão de soja	86,9	39,0	2,74			0,07	0,27		15,3	12,2
Silagem de cevada	30,7	10,5	2,30	61		0,30	0,41		48,0	36,0
Trigo	88,7									
Milho grão umedecido	85,0									
Girassol	88,3	30,0	2,38	63		0,86	0,75		41,0	32,0
Arroz palha	82,2	4,1	2,43			0,30	0,24		81,0	66,0
Silagem de milho	45,2	10,2	2,29			0,17	0,23		53,0	36,0
Farelo de soja	86,5	46,5	2,86			0,59	0,29			13,0
Arroz farelo desengordurado	87,3	15,6	2,93					17,8		
Sorgo grão inteiro						0,32				
Casca de soja	86,6	13,3	1,17	50					62,0	53,0

Fonte: Laboratorio Analítico Agro Industrial (LAAI). Paysandú -Uruguay.

Tabela 3A - Registros meteorológicos

	Temp. mínima	Temp. máxima	Temp. média	Amplitude térmica	Temp. mínima na grama	Humidade relativa	Precipitação
	(°C)					(%)	(mm)
Março 2013							
1	12,7	27,2	20,0	14,5	10,6	76	45,0
2	16,5	28,2	22,4	11,7	13,0	96	0,4
3	13,8	23,5	18,7	9,7	12,0	90	
4	12,4	22,0	17,2	9,6	9,4	88	
5	11,2	24,6	17,9	13,4	7,1	73	
6	11,9	28,1	20,0	16,2	7,8	89	
7	13,6	29,1	21,4	15,5	9,3	-	
8	17,2	28,1	22,7	10,9	16,1	85	
9	-	-			-	-	29,5
10	-	28,5			-	-	0,3
11	19,0	29,4	24,2	10,4	12,9	84	4,1
12	15,5	24,2	19,9	8,7	15,4	94	
13	10,0	23,7	16,9	13,7	9,6	90	
14	10,7	21,9	16,3	11,2	10,8	91	2,6
15	12,5	21,9	17,2	9,4	13,1	88	
16	-	-			-	-	
17	-	21,7			-	-	
18	12,8	24,0	18,4	11,2	11,1	90	0,3
19	14,2	21,0	17,6	6,8	15,0	98	16,5
20	15,2	21,5	18,4	6,3	15,2	96	0,9
21	16,0	25,6	20,8	9,6	16,8	100	
22	14,0	27,5	20,8	13,5	11,1	98	
23	15,2	28,0	21,6	12,8	14,0	94	
24	14,2	27,2	20,7	13,0	11,2	81	
25	13,0	27,0	20,0	14,0	9,4	100	
26	13,5	25,8	19,7	12,3	9,4	98	
27	11,5	24,6	18,1	13,1	10,0	100	
28	10,0	25,8	17,9	15,8	16,0	98	
29	13,0	27,8	20,4	14,8	9,2	100	
30	15,1	30,2	22,7	15,1	12,0	100	
31	15,0	31,1	23,1	16,1	13,2	98	
Abril 2013							
1	17,9	24,8	21,4	6,9	14,8	87	2,7
2	15,2	21,3	18,3	6,1	16,4	95	0,2
3	13,7	21,6	17,7	7,9	14,9	92	
4	12,1	28,3	20,2	16,2	14,2	81	
5	13,5	28,7	21,1	15,2	8,9	77	
6	12,0	21,3	16,7	9,3	7,0	90	
7	6,0	24,8	15,4	18,8	0,2	72	
8	6,6	26,0	16,3	19,4	3,8	90	
9	18,7	28,3	23,5	9,6	-	-	
10	9,2	18,7	12,4	12,6	5,0	100	39,0
11	6,1	21,3	13,3	16,0	16,6	98	15,6
12	5,3	19,3	12,2	14,3	13,2	96	
13	5,0	23,7	14,6	18,2	0,0	81	
14	5,5	27,6	19,3	16,6	0,2	86	
15	11,0	22,9	16,0	13,9	7,3	61	
16	9,0	24,8	16,0	17,6	6,7	73	
17	7,2	26,0	17,5	17,0	2,5	77	
18	9,0	28,0	18,5	19,0	3,6	73	
19	10,3	27,5	18,9	17,2	3,5	69	
20	10,5	28,0	19,3	17,5	4,4	86	

	Temp. mínima	Temp. máxima	Temp. média	Amplitude térmica	Temp. mínima na grama	Humidade relativa	Precipitação
	(°C)					(%)	(mm)
21	12,0	28,3	20,2	16,3	6,0	82	
22	11,0	28,0	19,5	17,0	5,4	81	
23	12,5	27,6	20,1	15,1	5,5	77	
24	12,8	28,0	20,4	15,2	7,6	74	
25	12,7	28,7	20,7	16,0	6,5	70	
26	13,6	29,5	21,6	15,9	5,4	55	
27	15,8	26,4	21,1	10,6	10,6	72	
28	16,8	24,4	20,6	7,6	13,0	98	3,5
29	10,5	25,9	18,2	15,4	3,4	98	
30	10,8	24,0	17,4	13,2	4,2	84	
Maio 2013							
1	14,6	20,5	17,6	5,9	14,5	91	57,6
2	16,0	20,0	18,0	4,0	6,6	93	77,9
3	14,6	20,6	17,6	6,0	15,0	73	
4	12,4	20,2	16,3	7,8	12,2	53	
5	9,0	21,6	15,3	12,6	6,5	47	
6	7,4	23,9	15,7	16,5	5,0	43	
7	6,8	17,9	12,4	11,1	6,0	74	
8	2,8	20,9	11,9	18,1	1,7	70	
9	5,0	23,2	14,1	18,2	2,0	82	
10	7,6	25,6	16,6	18,0	7,5	72	
11	11,0	17,6	14,3	6,6	11,0	78	1,5
12	12,4	21,3	16,9	8,9	12,0	96	0,3
13	14,0	23,3	18,7	9,3	13,0	94	2,6
14	12,8	23,3	18,1	10,5	12,0	98	
15	4,2	16,6	10,4	12,4	3,5	85	
16	1,9	13,2	7,6	11,3	-3,0	69	3,1
17	5,1	15,6	10,4	10,5	-3,2	85	
18	7,7	14,5	11,1	6,8	3,0	82	2,6
19	10,5	13,6	12,1	3,1	9,5	73	1,2
20	10,4	14,6	12,5	4,2	10,0	71	
21	4,0	14,8	9,4	10,8	1,2	75	0,3
22	7,7	15,0	11,4	7,3	5,5	97	0,2
23	10,9	18,4	14,7	7,5	10,5	91	
24	6,9	19,5	13,2	12,6	3,2	63	
25	5,7	19,6	12,7	13,9	0,2	97	
26	7,3	19,5	13,4	12,2	0,3	96	
27	10,5	23,0	16,8	12,5	7,0	95	
28	11,3	24,0	17,7	12,7	10,9	94	30,9
29	9,8	18,4	14,1	8,6	6,8	88	0,2
30	6,9	18,8	12,9	11,9	4,2	65	
31	8,2	18,0	13,1	9,8	6,0	82	
Junho 2013							
1	9,2	21,0	15,1	11,8	4,0	92	
2	9,4	18,8	14,1	9,4	4,0	85	0,1
3	6,8	20,2	13,5	13,4	0,6	77	
4	5,0	21,2	13,1	16,2	0,6	90	
5	7,0	21,8	14,4	14,8	4,5	88	
6	5,0	14,5	9,8	12,5	2,9	73	
7	2,0	19,5	10,8	11,5	3,8	82	
8	8,0	19,4	13,7	11,2	4,0	93	
9	8,2	19,0	13,6	12,0	4,5	93	
10	7,0	21,4	14,2	11,4	5,7	-	
11	10,0	23,6	16,8	12,8	6,3	93	
12	10,8	24,0	17,4	13,1	7,6	95	
13	10,9	24,8	17,9	15,4	-	-	

	Temp. mínima	Temp. máxima	Temp. média	Amplitude térmica	Temp. mínima na grama	Humidade relativa	Precipitação
	(°C)					(%)	(mm)
14	9,4	17,2	13,3	13,0	10,2	93	
15	4,2	17,5	10,9	13,5	-	-	
16	4,0	18,3	11,2	10,1	3,5	100	
17	8,2	15,5	11,9	6,9	9,4	85	
18	8,6	17,7	13,2	13,7	6,8	93	
19	4,0	12,6	8,3	10,6	3,5	85	
20	2,0	15,0	8,5	11,0	1,8	94	0,4
21	4,0	12,2	8,1	10,0	-	97	
22	2,2	19,4	10,8	15,0	0,0	91	
23	4,4	17,1	10,8	12,3	3,0	100	
24	4,8	16,0	10,4	7,0	-	97	1,5
25	9,0	14,1	11,6	10,2	8,8	95	0,1
26	3,9	15,5	9,7	10,5	0,8	100	0,2
27	5,0	17,5	11,3	8,5	-1,8	95	
28	9,0	16,8	11,5	10,7	7,0	93	
29	6,1	18,5	10,6	15,9	6,6	90	
30	2,6	17,1	9,9	14,5	-2,5	97	

Fonte: Parque Agrometeorológico Estación Experimental Facultad de Agronomía Salto. Uruguay (EEFAS).