

MARCOS VINICIUS CARNEIRO PACHECO

**EFEITO DA ENSILAGEM DOS GRÃOS DE MILHO E SORGO
REIDRATADOS SOBRE O DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE
CARÇA DE BOVINOS NELORE SUPERPRECOSES**

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

VIÇOSA
MINAS GERIAS – BRASIL
2018

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

P116e
2018 Pacheco, Marcos Vinicius Carneiro, 1992-
Efeito da ensilagem dos grãos de milho e sorgo reidratados
sobre o desempenho e características de carcaça de bovinos
Nelore superprecoces / Marcos Vinicius Carneiro Pacheco. –
Viçosa, MG, 2018.
xiii, 58f.: il.

Orientador: Sebastião de Campos Valadares Filho.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Zootecnia, 2018.
Inclui bibliografia.

1. Bovinos - Alimentação e rações. 2. Milho. 3. Sorgo.
I. Valadares Filho, Sebastião de Campos, 1955-. II. Universidade
Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia. III. Título.

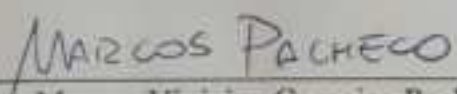
CDD 22. ed. 636.20855

MARCOS VINICIUS CARNEIRO PACHECO

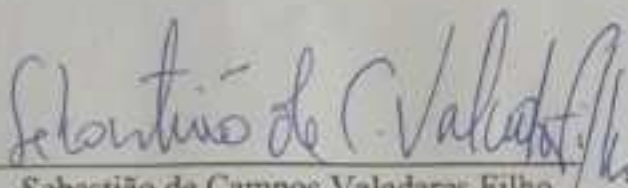
**EFEITO DA ENSILAGEM DOS GRÃOS DE MILHO E SORGO
REIDRATADOS SOBRE O DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE
CARCAÇA DE BOVINOS NELORE SUPERPRECOSES**

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

APROVADA: 27 de fevereiro de 2018.



Marcos Vinicius Carneiro Pacheco



Sebastião de Campos Valadares Filho
Orientador

*Aos meus pais, José Francisco e Maria Auxiliadora.
Exemplos de amor, afeto e amizade.
Sempre confiando e apoiando minhas escolhas.*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, pelos ensinamentos e oportunidades oferecidos; em especial ao Departamento de Zootecnia.

Ao CNPq, Capes, INCT–Ciência Animal, Fapemig e Cargill pelo financiamento parcial desta pesquisa, e ao CNPq, pela bolsa de estudos.

Ao Tião, pelos ensinamentos e suporte durante esses anos de convívio, pelo companheirismo, aprendizado, confiança e orientação sem igual. Espero que tenha atendido às expectativas.

Aos professores, Luciana, Mário Paulino, Pedro Veiga e Fabiano, obrigado pela disponibilidade para me avaliarem nesta banca.

Aos meus pais, José Francisco e Maria auxiliadora, por sempre apoiarem e acreditarem nos meus sonhos. Tudo que faço e deixo de fazer é pensando em vocês. Vocês são minha vida.

Aos meus irmãos, Matheus e Thais, que mesmo apesar das brigas sempre fazemos o melhor uns para os outros, ajudando assim a consolidar a família perfeita que temos. Amo vocês.

À minha sobrinha, Maria Rita, que trouxe luz e alegria a minha família, iluminando assim o caminho de todos. Minha LadyBug.

À minha parceira, Ana Clara, por todo companheirismo e paciência. Sua ajuda braçal e psicológica foi essencial para a execução desse trabalho. Te amo.

Ao BrothA, Breno, companheiro de experimento e parceiro da vida, irmão que Viçosa me deu, abriu as portas de sua casa compartilhando comigo a sua família. Dizer obrigado é pouco pela sua importância.

Aos meus pais viçosenses, Paulinho e Eunice, por me tratarem como filho e me proporcionar as melhores macarronadas de viçosa. Vocês são demais.

Aos Costa e Silvas, Luiz e Polyana, o pouco que sei do que faço a base foi graças a vocês, que acima de tudo os considero irmãos. Obrigado pelos conselhos para elaboração deste trabalho.

Ao Cabeça, Zanetti, pela ajuda em todas as etapas desse trabalho, desde a parte de campo as análises estatísticas, pela amizade e por também fazer parte da minha formação. Obrigado.

À brothA caratinguense, Jessikinha, irmã que Viçosa me deu, muito obrigado pelos conselhos, puxadas de orelha (você subia em uma cadeira) e ombro amigo. Que nunca percamos o contato.

Aos amigos, estagiários e bolsistas de iniciação científica que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos pós-graduandos do Lab Tião: Ana Clara, Douglas, Flávia, Herlon, Letícia e Zanetti sempre dispostos a ajudar e a ensinar.

Aos companheiros do SIMCORTE, Laura, Sinhá, Pedrão, Janaúba, Zanetti, Cajuru, Peão, Jessikinha, Ranyeri e Thiago.

A galera da ZOO 11, e as InSaNAs de todas as quintas feiras, nunca com lugar fixo, mas a diversão e descontração eram sempre certos.

Aos Funcionários do DZO, Joécio, Pum, Zé Geraldo, Vanor, Marcelo Cardoso, Toco, Divino, Sérvulo, Niel, Monteiro, Seu Mário, Fernanda, Edson, Plínio, Aline e Seu Jorge.

A todos que de alguma forma colaboraram para consumação dessa etapa,
Muito Obrigado.

...

À Ele, Deus.

“With great power, comes great responsibility”

Ben and Peter Parker

BIOGRAFIA

MARCOS VINICIUS CARNEIRO PACHECO, filho de José Francisco Pacheco e Maria Auxiliadora Carneiro Pacheco, é natural de São Paulo, São Paulo, nascido em 06 de setembro de 1992.

Em 2008, ingressou no curso Técnico em Zootecnia no Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais campus Rio Pomba, formando em dezembro de 2010

Em 2011, ingressou no curso de Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, colando grau em janeiro de 2016.

Em fevereiro de 2016 ingressou no curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição e Produção de Ruminantes, submetendo-se a defesa de dissertação em janeiro de 2018.

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	xi
Introdução Geral	1
Referências Bibliográficas	4
CAPÍTULO 1 - A ensilagem de grãos de milho ou sorgo reidratados pode melhorar o desempenho produtivo de novilhos Nelore?	9
Resumo	9
Abstract	11
INTRODUÇÃO	13
MATERIAL E MÉTODOS	14
RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
CONCLUSÃO	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
CAPÍTULO 2 - Exigências de energia e proteína de bovinos Nelore superprecoces	30
Resumo	30
Abstract	32
INTRODUÇÃO	34
MATERIAL E MÉTODOS	35
RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
CONCLUSÃO	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

RESUMO

PACHECO, Marcos Vinicius Carneiro, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2018. **Efeito da ensilagem dos grãos de milho e sorgo reidratados sobre o desempenho e características de carcaça de bovinos Nelore superprecoces.** Orientador: Sebastião de Campos Valadares Filho. Coorientadores: Mário Fonseca Paulino e Luciana Navajas Rennó.

O presente trabalho foi dividido em dois capítulos, onde objetivou-se avaliar o consumo, a digestibilidade, o desempenho e as características de carcaça de bovinos Nelore superprecoces (Capítulo 1) e estimar as exigências nutricionais de energia e proteína destes animais (Capítulo 2). Foram utilizados 34 bovinos Nelore não castrados, com peso médio inicial de 270 ± 21 kg e idade média de 7 meses. Seis animais foram selecionados aleatoriamente para compor o grupo referência, sendo abatidos ao início do experimento para determinação do peso de corpo vazio (PCVZ) inicial e quatro animais foram designados ao grupo manutenção alimentados com 12g MS/kg de peso corporal (PC). Os demais animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2, com dois tipos de grãos (milho e sorgo) e dois tipos de processamento (moído seco ou ensilado após a reidratação): Milho moído seco (MMS), sorgo moído seco (SMS), silagem de milho moído reidratado (SMR) e silagem de sorgo moído reidratado (SSR). Todas as dietas continham 28,44% de silagem de milho, 60,83% de cada um dos grãos e 10,73% de um suplemento proteico mineral. Foram realizados três ensaios de digestibilidade nos períodos inicial, médio e final. Os animais foram mantidos em baias coletivas contendo comedouros e bebedouros eletrônicos e abatidos após 140 dias de experimento. Os dados foram submetidos à análise de variância no PROC-MIXED do SAS Software. Em todas as comparações, utilizou-se 5% como nível crítico de probabilidade para ocorrência do erro tipo I. Os resultados obtidos mostraram que o consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT) não foi influenciado pelo tipo de grão ou processamento ($P > 0,05$). Não houve diferença ($P > 0,05$) entre os tipos de grãos, com relação aos consumos de matéria seca e demais constituintes, exceto para o consumo de extrato etéreo (CEE). Foi observada influência do tipo de processamento sobre todos os parâmetros de consumo, sendo esses menores para os grãos reidratados ($P < 0,05$), exceto para o

CEE. As digestibilidades da matéria seca e demais constituintes foram maiores para milho ($P < 0,05$) em relação ao sorgo e maiores ($P < 0,05$) para os grãos reidratados após a ensilagem, com exceção da digestibilidade da PB, que não foi afetada ($P > 0,05$) pelo processamento. Foi observada interação entre tipo de grão e processamento ($P < 0,05$) para a digestibilidade da FDNcp. Não foi observado efeito ($P > 0,05$) dos tipos de grãos e processamento sobre os parâmetros de desempenho produtivo e características de carcaça. Contudo, a eficiência alimentar foi menor ($P < 0,05$) para os animais que receberam as dietas contendo sorgo em relação ao milho, e para as dietas contendo os grãos secos em relação aos reidratados. Assim, a ensilagem dos grãos de milho e sorgo reidratado reduz o consumo de matéria seca e da maioria dos constituintes e aumenta a digestibilidade dos mesmos, exceto para a proteína. O desempenho e as características de carcaça não são afetados pela reidratação, contudo os animais alimentados com os grãos ensilados após a reidratação apresentaram maior eficiência alimentar. Para determinação das exigências nutricionais de energia e proteína foi utilizada a meia carcaça esquerda dos animais abatidos. A composição química do corpo vazio foi estimada a partir da seção entre a 9ª e 11ª costelas (seção HH) pelas equações validadas por Costa e Silva et al. (2013) para bovinos Nelore: PB (%): $PB_{PCVZ} = 10.78 + 0.47 \times PBCor - 0.21 \times GV$ e Extrato Etéreo (%): $EE_{PCVZ} = 2.75 + 0.33 \times EECor + 1.80 \times GV$. As exigências líquidas de proteína para manutenção foram estimadas utilizando a seguinte equação: $CPM = \beta_0 + \beta_1 \times GPCVZ$, onde CPM= consumo de proteína metabolizável e GPCVZ=ganho de peso de corpo vazio. A exigência líquida de proteína para ganho foi obtida usando a equação do BR-CORTE (2016): $PLg = \beta_1 \times GPCVZ - \beta_2 \times ER$. A exigência de energia líquida para manutenção foi calculada conforme a equação $PC = \beta_0 \times e^{\beta_1 \times CEM}$, sendo PC= a produção de calor, enquanto a energia metabolizável (EM) para manutenção foi calculada pelo processo iterativo, quando CEM se igualou à PC. A energia líquida para ganho foi obtida pela equação $ELg = \beta_0 \times PCVZeq^{0.75} \times GPCVZ^{\beta_1}$. Os modelos lineares utilizados foram ajustados por meio do PROC REG do SAS e para modelos não lineares foi utilizado o PROC NLIN do SAS, sendo estes últimos ajustados pelo método de Gauss-Newton. Para verificar a significância dos modelos foi utilizado 5% como nível crítico de probabilidade

para ocorrência do erro tipo I. As exigências de energia líquida e metabolizável para manutenção de bovinos Nelore machos não castrados são de 72,7 e 106,55 kcal/PCVZ^{0,75}/dia, respectivamente. As exigências de energia líquida e metabolizável para manutenção de bovinos Nelore machos não castrados são de 72,8 e 106,79 kcal/PCVZ^{0,75}/dia, respectivamente. As exigências de energia líquida para ganho podem ser obtidas pela equação: ELg = 0,0512 × PCVZ^{0,75} × GPCVZ^{0,9457}. As eficiências de uso da energia metabolizável para manutenção e para ganho nessa categoria animal são de 68,2% e 43,6%, respectivamente. As exigências de proteína metabolizável para manutenção dessa categoria animal é de 3,48 g/PC^{0,75}. As exigências líquidas de proteína para ganho de peso podem ser obtidas através da equação PLg = 221,669 × GPCVZ – 21,933 × ER.

ABSTRACT

PACHECO, Marcos Vinicius Carneiro, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2018. **Effects of corn and sorghum rehydrated and ensiled on performance and carcass characteristics of young Nelore bulls.** Advisor: Sebastião de Campos Valadares Filho. Co-advisors: Mário Fonseca Paulino and Luciana Navajas Rennó.

The present work was divided into two chapters, where it was intended to evaluate the consumption, digestibility, performance and characteristics of superprecocious Nelore bovine carcass (chapter 1) and to estimate the nutritional requirements of energy and protein of these animals (Chapter 2). 34 uncastrated Nelore bovine animals were used with an initial average weight of 270 ± 21 kg and the average age of 7 months. Six animals were randomly selected to compose the reference group, being slaughtered at the beginning of the experiment to determine the initial empty body weight (PCVZ) and four animals were assigned to the maintenance group fed with 12g MS/kg weight Body (PC). The other animals were Distributed in fully delineated Randomized In 2x2 factorial scheme, with two types of grain (maize and sorghum) and two types of processing (ground dry or ensilage after rehydration): Dry Ground maize (MMS), dry ground sorghum (SMS), rehydrated ground maize silage (SMR) and rehydrated ground sorghum silage (SSR). All diets contained 28.44% of maize silage, 60.83% of each grain and 10.73% of a mineral protein supplement. Three digestibility tests were performed in the initial, middle and final periods. The animals were kept in collective stalls containing feeders and electronic drinking troughs and slaughtered after 140 days of experimentation. The data were submitted to the analysis of variance in the PROC-MIXED of SAS Software. In all the compared, 5% was used as a critical probability level for the occurrence of type I error. The results obtained showed that the Total digestible nutrient consumption (CNDT) was not influenced by the grain type or processing ($P > 0.05$). There was no difference ($P > 0.05$) among the types of grain, in relation to the consumption of dry matter and other constituents, except for the consumption of ethereal extract (EEC). It was observed the influence of the type of processing on all the parameters of consumption, being smaller for the rehydrated grains ($P < 0.05$), except for the EEC. These digestibilities of dry matter and other constituents were greater for corn ($P <$

0.05) in relation to sorghum and larger ($p < 0.05$) for rehydrated grains after silage, except for the digestibility of PB, which was not affected ($p > 0.05$) by processing. Interaction between grain type and processing ($P < 0.05$) was observed for the digestibility of the FDNcp. No effect has been observed ($P > 0.05$) of the types of grain and processing on the parameters of productive performance and characteristics of carcass. However, the food efficiency was lower ($P < 0.05$) for the animals that received the diets containing sorghum in relation to maize, and for the diets containing the dried grains in relation to rehydrated ones. Like this the silage of maize grains and rehydrated sorghum reduces the consumption of dry matter and most constituents and increases their digestibility, except for protein. The performance and the carcass characteristics are not affected by rehydration, however the animals fed with the grains after rehydration showed greater food efficiency. For the determination of the nutritional requirements of energy and protein the left half carcass of the slaughtered animals was used. The chemical composition of the empty body was estimated from the section between 9th and 11th ribs (Section HH) by the equations validated by Costa and Silva et al. (2013) For Nelore bovine animals: PB (%): $PB_{PCVZ} = 10.78 + 0.47 \times PBCor - 0.21 \times SGS$ and Ethereal extract (%): $EE_{PCVZ} = 2.75 + 0.33 \times EECor + 1.80 \times Gv$. Net protein requirements for maintenance were estimated using the following equation: $CPM = \beta_0 + \beta_1 \times GPCVZ$, where CPM = metabolizable protein intake and GPCVZ = empty body weight gain. The net requirement of protein for gain was obtained using the BR-cut equation (2016): $PLg = \beta_1 \times GPCVZ - \beta_2 \times Er$. The net energy requirement for maintenance was calculated according to the equation $PC = \beta_0 \times \text{and}^{\beta_1} \times CEM$, being PC = heat production, while the Metabolizable Energy (in) for maintenance was calculated by the iterative process, when one hundred matched the PC. The liquid energy for gain was obtained by the equation $ELg = B0 \times PCVZeq^{0.75} \times GPCVZ^{\beta_1}$. The linear models used were adjusted by means of the SAS proc REG and for non-linear models was used the proc NLIN of the The latter are adjusted by the Gauss-Newton method. To verify the significance of the models was used 5% with critical probability level for occurrence of type I error. The net and metabolizable energy requirements for maintenance of bovine Nelore non-castrated males are 72.7 and 106.55 kcal/PCVZ^{0.75}/day, respectively. The net

and metabolizable energy requirements for maintenance of bovine Nelore non-castrated males are 72.8 and 106.79 kcal/PCVZ^{0.75}/day, respectively. The energy requirements liquid for gain can be obtained by the equation: ELg = 0.0512 × PCVZ^{0.75} × GPCVZ^{0.9457}. Metabolizable energy use efficiencies for maintenance and for gain in this animal category are 68.2% and 43.6%, respectively. The protein requirements Metabolizable for maintenance of this animal category is 3.48 g/PC^{0.75}. The liquid protein requirements for weight gain can be obtained through the equation PLg = 221.669 × GPCVZ – 21.933 × ER.

Introdução Geral

O rebanho brasileiro de bovinos vem crescendo anualmente e já ultrapassa 212 milhões de cabeças (IBGE, 2015). Mensalmente, cerca de 2,5 milhões de animais são abatidos no país, dos quais aproximadamente 85% são machos que apresentam idade avançada e vacas de descarte (IBGE, 2015). O alto índice de abate desse tipo de animais está diretamente relacionado ao sistema de produção brasileiro, onde os animais são predominantemente criados a pasto (Cerri et al., 2016). Porém, nos últimos 10 anos, a pressão do mercado externo por produtos de qualidade está promovendo um crescimento da utilização do confinamento como estratégia na terminação dos animais (Oliveira e Millen, 2014).

Os confinamentos brasileiros são caracterizados pela utilização de diversos planos de alimentação para bovinos de corte, com diferentes níveis de inclusão de concentrado (Millen et al., 2009). O aumento do nível de concentrado (grãos e outros ingredientes) está relacionado à melhoria da digestibilidade das dietas e da conversão alimentar dos animais (Junior et al., 2000; Salomão et al., 2015; Silva, 2015), podendo proporcionar redução nas operações do confinamento e no tempo de confinamento, o que resultaria em aumento na produtividade e possível lucratividade do sistema. Esse conjunto de vantagens, potencializado pela oferta de grãos a preços reduzidos em algumas regiões do país, tem levado os nutricionistas a adotarem níveis cada vez maiores de grãos (51 e 65% da dieta total) e conseqüentemente de concentrado (71 a 90% da dieta total) nas dietas dos confinamentos brasileiros (Oliveira e Millen, 2014). Atualmente, o milho é o principal grão utilizado nas dietas de bovinos nos confinamentos brasileiros, seguido pelo sorgo (Oliveira e Millen, 2014).

Nota-se que o aumento dos níveis de grãos nas dietas traz grandes vantagens sobre diversos aspectos produtivos e econômicos, porém, existem problemas inerentes a essa prática como, por exemplo, a concorrência direta pela utilização dos grãos com a indústria alimentícia e a flutuação dos preços destes insumos nos períodos de safra e entressafra. Uma forma de controle da volatilidade nos preços dos grãos é o armazenamento, que possibilita a compra do produto no período de safra, quando os preços estão menores para

utilização no período de entressafra, o que pode resultar em economia ao produtor. Entretanto, fungos e insetos somados a ataques de roedores são problemas que têm causado perdas em torno de 15% ao produtor, e estão relacionadas ao armazenamento inadequado do produto (Embrapa, 2015).

Considerando a composição química dos grãos e sementes, as proteínas podem ser classificadas (Kakade, 1974) em quatro frações de acordo com sua solubilidade, sendo elas: 1) solução aquosa (albuminas); 2) solução salina (globulinas); 3) solução em álcool 70% (prolaminas); 4) solução alcalina ou ácida (glutelinas). Em grãos de cereais destinados a alimentação de bovinos, as prolaminas e glutelinas representam as proteínas que merecem maior atenção por serem insolúveis e de provável resistência à degradação ruminal (Sniffen, 1974). As prolaminas têm nomes específicos, zeína no milho e kafirina no sorgo, sendo responsáveis pela formação de corpos proteicos que compõem a matriz que envolve os grânulos de amido dentro das células no endosperma. Por apresentarem a matriz proteica muito resistente (Rooney e Pflugfelder, 1986), mesmo quando triturados ou parcialmente quebrados, os grânulos de amido do milho e sorgo podem apresentar resistência à degradação microbiana no rúmen e à digestão enzimática no intestino delgado (Jobim e Reis, 2001), reduzindo o aproveitamento de nutrientes pelos animais.

Sabe-se que o método de processamento do grão pode acarretar em melhoria da digestibilidade, quando comparado a sua forma natural (Owens et al., 1986). No Brasil, métodos primários de beneficiamento, como a quebra, moagem grosseira e moagem fina são os mais praticados (Oliveira e Millen, 2014). Em virtude da perda relativamente alta de amido nas fezes dos bovinos alimentados com altos níveis de grãos (Olbrich Jr., 1996), verifica-se aumento do interesse de nutricionistas na busca de processamentos que melhorem a digestibilidade do amido nos grãos (Oliveira e Millen, 2014). Segundo Theurer (1986), para ruminantes, a união de dois ou mais métodos de processamento, redução de tamanho de partícula e aplicação de vapor, por exemplo, melhora ainda mais a eficiência de digestão dos alimentos processados. Logo, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos de métodos alternativos de processamento, que proporcionem o aumento da eficiência de utilização do

amido em dietas com alta inclusão de grãos, e conseqüentemente, reduzam as perdas e maximizem o desempenho dos animais.

Neste contexto, surge o processo de reidratação, também conhecido como reconstituição, que se baseia em devolver ao grão maduro, seco e moído, a umidade de 30 a 40% (Andrade Filho, 2010), para que o mesmo possa ser fermentado após a ensilagem (Defor et al., 2006). A reidratação é um processo diferente da silagem de grão úmido ou silagem de grão com alta umidade, onde o grão é colhido no campo ainda com a umidade adequada, não necessitando ser hidratado antes do processo de ensilagem. Segundo Hamaker et al. (1995), o milho colhido maduro possui mais prolaminas quando comparado ao colhido imaturo, com maior umidade, porém, no processo de ensilagem dos grãos reidratados, essas podem ser quebradas, fazendo com que praticamente não haja diferenças nutricionais entre a silagem de grão reidratado e a silagem de grão úmido (Reis et al., 2001)

A temperatura, umidade e as ações de ácidos orgânicos produzidos durante o processo de reidratação podem causar a quebra da matriz proteica que recobre os grânulos de amido (prolaminas), ou até mesmo da própria estrutura desses grânulos, aumentando assim a área exposta à ação enzimática dos microrganismos ruminais (Hoffman e Shaver, 2011), isso possibilita a melhora da capacidade fermentativa do rúmen, aumentando a síntese de proteína microbiana e a produção de ácidos graxos voláteis (Allen et al., 2009).

Alguns autores (Oba e Allen 2003b; Henrique et al., 2007; Arcari, 2013) relataram aumento na digestibilidade do amido, da proteína, além da melhora no desempenho de animais alimentados com dietas à base de grãos ensilados, sendo que, essa melhora no desempenho parece estar relacionada à redução do consumo e manutenção da produção. Estes fatores são de extrema importância para aumento da produtividade, redução nos custos de produção e na excreção de nutrientes para o ambiente. Além disso, o processo de ensilagem dos grãos reidratados, se bem realizado, permite o armazenamento do grão durante vários meses, sendo este um modo de agregar valor e qualidade ao produto (Arcari, 2013), por diversos fatores, dentre eles: 1) os custos que muitos produtores tem com os processos de limpeza e secagem dos grãos são muito elevados (Back e Lazzari, 2001); 2)

menores perdas qualitativas e quantitativas em função do ataque de insetos e ratos (Jobim et al., 2001); 3) melhora da digestibilidade com o aumento do tempo de ensilagem e redução de perdas decorrentes de encargos da armazenagem terceirizada (Arcari, 2013); 4) redução de custos com transporte e perdas ocasionadas pelo próprio transporte e/ou armazenagem em silos graneleiros (Bitencourt, 2012).

Portanto, a realização deste trabalho é justificada pela necessidade de maior conhecimento dos efeitos da ensilagem de grãos de milho e sorgo reidratados sobre o desempenho e características de carcaça de bovinos; além de utilizar animais superprecoces, reduzindo o ciclo produtivo, gerando benefícios econômicos e ambientais, e ainda contribuir com o banco de dados do BR-CORTE com informações sobre as exigências dessa categoria animal e os efeitos de dietas de alto grão sobre o consumo.

Mediante o exposto, assume-se como hipótese que a ensilagem dos grãos de milho e sorgo reidratados reduz o consumo e mantém o ganho de peso, o que melhora a eficiência alimentar. Assim foram objetivos dessa pesquisa avaliar o efeito da ensilagem dos grãos de milho e sorgo reidratados sobre consumo, digestibilidade, desempenho, características de carcaça e exigências nutricionais de machos Nelore superprecoces.

Referências Bibliográficas

ALLEN, M. S., BRADFORD, B. J., OBA, M. Board-Invited Review: The hepatic oxidation theory of the control of feed intake and its application to ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 10, p. 3317-3334, 2009.

ANDRADE FILHO, R. Reconstituição, inoculação e ensilagem de grãos de milho maduros. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 47., 2010, Salvador. **Anais**. Salvador: SBZ, 2010. 1 CD-ROM.

ARCARI, M. A. Produção, composição, consumo e digestibilidade em vacas recebendo milho reidratado e ensilado com silagem de cana de açúcar como volumoso. 2014. 98f. **Dissertação Mestrado**. Faculdade de

Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade de São Paulo, Pirassununga, Brasil. 2013.

BACK, S. P., LAZZARI, F. A. Produção, comercialização e consumo de milho em grãos no Brasil. In: LAZZARI & LAZZARI, Silagem de grãos úmido de milho, Ed. Leal Ltda, Curitiba, p, 1-6, 2001.

BITENCOURT, L. L. Substituição de milho moído por milho reidratado e ensilado ou melaço de soja em vacas leiteiras. 140p. **Tese Doutorado**. Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brasil. 2012.

CERRI, C. C., MOREIRA, C. S.; ALVES, P. A.; RAUCCI, G. S., CASTIGIONI, B. A.; MELLO, F. F., CERRI, D. G. P., CERRI, C. E. P. et al. Assessing the carbon footprint of beef cattle in Brazil: a case study with 22 farms in the State of Mato Grosso. **Journal of Cleaner Production**, v. 112, p. 2593-2600, 2016.

DEFOOR, P. J., BROWN, M. S., OWENS, F. N. Reconstitution of grain sorghum for ruminants. In: GRAIN PROCESSING SYMPOSIUM, Oklahoma. **Proceedings...** Oklahoma: CGP, p. 93-98, 2006.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2015. Notícias: Armazenamento inadequado de grãos resulta em cerca de 15% de perdas. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/3860638/armazenamento-inadequado-de-graos-resulta-em-cerca-de-15-de-perdas>. Acessado em: 15/03/2016.

HAMAKER, B. R., MOHAMED, A. A., HABBEN, J. E., HUANG, C. P., LARKINS, B. A. Efficient procedure for extracting maize and sorghum kernel proteins reveals higher prolamin contents than the conventional method. **Cereal Chemistry**, v. 72, p. 583-588, 1995.

HENRIQUE, W., BELTRAME FILHO, J. A., LEME, P. R., LANNA, D. P. D., ALLEONI, G. F., COUTINHO FILHO, J. L., SAMPAIO, A. A. M. Avaliação da silagem de grãos de milho úmido com diferentes volumosos para tourinhos em terminação: desempenho e

características da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 1, p. 183-190, 2007.

HOFFMAN, P. C., SHAVER, R. D. The nutritional chemistry of dry and high moisture corn. In: ANNUAL SOUTHWEST NUTRITION AND MANAGEMENT CONFERENCE. University of Wisconsin-Madison, Department of Dairy Science, The University of Arizona, Department of Animal Sciences. p. 12- 23, 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2015. Indicadores IBGE – Estatística da produção pecuária. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp?t=2>. Acessado em: 12/03/2016.

JOBIM, C. C., REIS, R. A. Produção e utilização de silagem de grãos úmidos de milho. Workshop sobre silagem. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 38., 2001, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.912-927, 2001.

JÚNIOR, A. G., PAULINO, M. F., FILHO, S. D. C. V., DA SILVA, J. F. C., VELOSO, C. M., CECON, P. R. Níveis de concentrado na dieta de novilhos F1 Limousin x Nelore: consumo, conversão alimentar e ganho de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 5, p. 1458-1466, 2000.

KAKADE, M. L. Biochemical basis for the differences in plant protein utilization. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 22, n. 4, p. 550-555, 1974.

MILLEN, D. D., PACHECO, R. D. L., ARRIGONI, M. D. B., GALYEAN, M. L., VASCONCELOS, J. T. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 10, p. 3427-3439, 2009.

OBA, M., ALLEN, M. S. Effects of corn grain conservation method on feeding behavior and productivity of lactating dairy cows at two dietary starch

concentrations. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 1, p. 174-183, 2003.

OLBRICH JR., J. F. The effect of corn particle size and corn silage level on the performance of Angus (*Bos taurus*) and Brahman (*Bos indicus*) steers. **PhD. Dissertation**. University Florida, Gainesville. 1996.

OLIVEIRA, C. A., MILLEN, D. D. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. **Animal Feed Science and Technology**, v. 197, p. 64-75, 2014.

OWENS, F.N.; ZINN, R.A.; KIM, Y.K. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1634-1648, 1986.

REIS, W.; JOBIM, C.C.; MACEDO, F.A.F. et al. Características da carcaça de cordeiros alimentados com dietas contendo grãos de milho conservado em diferentes formas. **Rev. Bras. Zootec.**, v.30, p.1308-1315, 2001.

ROONEY, L. W., PFLUGFELDER, R. L. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. **Journal of Animal Science**, v. 63, p. 1607-1623, 1986.

SALOMÃO, B. M., VALADARES FILHO, S. C., VILLELA, S. D. J., SANTOS, S. A., COSTA E SILVA, L. F., ROTTA, P. P. Desempenho produtivo de bovinos alimentados com cana-de-açúcar com diferentes níveis de concentrado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 4, p. 1077-1086, 2015.

SILVA, M.R.H. **Processamento e ensilagem no valor nutritivo de grãos de milho para novilhos em confinamento**. 2015. 82p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá – PR, 2015.

SNIFFEN, C. J. Nitrogen utilization as related to solubility of NPN and protein in feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURES, 1974, New York. **Proceedings...** New York: Cornell University, Ithaca, p. 12, 1974.

THEURER, C. Brent. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 63, n. 5, p. 1649-1662, 1986.

VALADARES FILHO, S.C., MARCONDES, M.I., CHIZZOTTI, M.L, PAULINO, P. V. R. Nutrient Requirements of Zebu Beef Cattle – BR-CORTE, second edition, Viçosa/UFV, Suprema Gráfica Ltda., p. 193, 2010. Disponível em: <http://www.brcorte.com.br/br>.

CAPÍTULO 1 – A ensilagem de grãos de milho ou sorgo reidratados pode melhorar o desempenho produtivo de novilhos Nelore?

Resumo – Objetivou-se avaliar os consumos e as digestibilidades da matéria seca e demais constituintes das dietas, o desempenho produtivo e as características da carcaça de bovinos Nelore superprecoces alimentados com dietas de milho e sorgo secos ou reidratados e ensilados. Foram utilizados 24 bovinos Nelore não castrados, com peso médio inicial de 270 ± 21 kg e idade média de 7 meses, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2, com dois tipos de grão (milho e sorgo) e dois tipos de processamento (moído seco ou ensilado após a reidratação): Milho moído seco (MMS), sorgo moído seco (SMS), silagem de milho moído reidratado (SMR) e silagem de sorgo moído reidratado (SSR). Todas as quatro dietas foram compostas por 28,44% de silagem de milho, 60,83% de cada um dos grãos e 10,73% de suplemento proteico mineral. Os animais foram mantidos em baias coletivas dotadas de comedouros eletrônicos. Foram realizados três ensaios de digestibilidade nos períodos inicial, médio e final. Após 140 dias de confinamento, todos os animais foram abatidos. Os dados foram submetidos à análise de variância no PROC-MIXED do SAS Software. Em todos os testes 5% foi considerado como nível crítico de probabilidade para ocorrência do erro tipo I. Os resultados obtidos mostraram que o consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT) não foi influenciado pelo tipo de grão ou processamento ($P > 0,05$). Não houve diferença ($P > 0,05$) entre os tipos de grãos, com relação aos consumos de matéria seca e demais constituintes, exceto para o consumo de extrato etéreo (CEE). Foi observada influência do tipo de processamento sobre todos os parâmetros de consumo, sendo esses menores para os grãos reidratados ($P < 0,05$), exceto para o CEE. As digestibilidades da matéria seca e demais constituintes foram maiores para milho ($P < 0,05$) em relação ao sorgo e maiores ($P < 0,05$) para os grãos reidratados após a ensilagem, com exceção da digestibilidade da PB, que não foi afetada ($P > 0,05$) pelo processamento. Foi observada interação entre tipo de grão e processamento ($P < 0,05$) para a digestibilidade da FDNcp. Não foi observado efeito ($P > 0,05$) dos tipos de grãos e processamento sobre os parâmetros de desempenho produtivo e características de carcaça. Contudo,

a eficiência alimentar foi menor ($P < 0,05$) para os animais que receberam as dietas contendo sorgo em relação ao milho, e para as dietas contendo os grãos secos em relação aos reidratados. Assim, a reidratação e ensilagem dos grãos de milho e sorgo resulta em redução no consumo de matéria seca e na maioria dos demais constituintes da dieta e aumento da digestibilidade dos mesmos, exceto para a proteína. O desempenho e as características de carcaça não foram afetados pela reidratação. Contudo, os animais alimentados com os grãos ensilados após a reidratação apresentaram maior eficiência alimentar, enquanto os alimentados com grãos de milho também foram mais eficientes.

CHAPTER 1

Abstract – It was aimed at evaluating the consumptions and digestibility of the dry matter and other constituents of diets, the productive performance and the characteristics of the Nelore bovine carcass. Superprecocious Fueled by diets of corn and sorghum dried or rehydrated and engrained. 24 uncastrated Nelore bovine animals, with an initial average weight of 270 ± 21 kg and the average age of 7 months, were used, Distributed in fully delineated Randomized In 2x2 factorial scheme, with two types of grain (maize and sorghum) and two types of processing (ground dry or ensilage after rehydration): Dry Ground maize (MMS), dry ground sorghum (SMS), rehydrated ground maize silage (SMR) and rehydrated ground sorghum silage (SSR). All four diets were composed of 28.44% of maize silage, 60.83% of each grain and 10.73% of mineral protein supplement. The animals were kept in collective stalls endowed with electronic feeders. Three digestibility tests were performed in the initial, middle and final periods. After 140 days of confinement, all the animals were slaughtered. The data were submitted to the analysis of variance in the PROC-MIXED of SAS Software. In all tests 5% was considered as a critical probability level for the occurrence of type I error. The results obtained showed that the Total digestible nutrient consumption (CNDT) was not influenced by the grain type or processing ($P > 0.05$). There was no difference ($P > 0.05$) among the types of grain, in relation to the consumption of dry matter and other constituents, except for the consumption of ethereal extract (EEC). It was observed the influence of the type of processing on all the parameters of consumption, being smaller for the rehydrated grains ($P < 0.05$), except for the EEC. The digestibilitys of dry matter and other constituents were greater for corn ($P < 0.05$) in relation to sorghum and larger ($p < 0.05$) for rehydrated grains after silage, except for the digestibility of PB, which was not affected ($p > 0.05$) by processing. Interaction between grain type and processing ($P < 0.05$) was observed for the digestibility of the FDNcp. No effect has been observed ($P > 0.05$) of the types of grain and processing on the parameters of productive performance and characteristics of carcass. However, the food efficiency was lower ($P < 0.05$) for the animals that received the diets containing sorghum in relation to maize, and for the diets containing

the dried grains in relation to rehydrated ones. Like this Rehydration and silage of maize and sorghum grains results in a reduction in the consumption of dry matter and most of the other constituents of the diet and increase the digestibility of them, except for the protein. The performance and housing characteristics were not affected by rehydration. However, animals fed with grains after rehydration showed greater food efficiency, while those fed with corn grains were also more efficient.

INTRODUÇÃO

O conhecimento sobre as propriedades e composição química dos alimentos é de fundamental importância frente às mudanças necessárias nos sistemas de nutrição de bovinos. Para associar desempenhos eficientes à economicidade e rentabilidade nos sistemas de produção, algumas estratégias podem ser adotadas, como o atendimento das exigências nutricionais, uso de volumosos de melhor qualidade, e principalmente o processamento de grãos. O processamento visa melhorar os padrões de fermentação ruminal, o aproveitamento dos nutrientes e conseqüentemente melhorar patamares de eficiência e otimização de recursos físicos, estruturais e financeiros.

De acordo com Pinto e Millen (2016) o milho é o grão mais utilizado nos confinamentos brasileiros, seguido pelo sorgo. Estes alimentos possuem elevado teor de amido, principal constituinte energético, porém as cultivares utilizadas no Brasil apresentam endosperma vítreo, com grânulos de amido densamente compactados e envoltos por uma matriz proteica. Assim, as práticas de processamento vêm ganhando destaque, pois modificam a estrutura física do grão, aumentando a disponibilidade e aproveitamento do amido pelo animal e microrganismos ruminais.

A silagem de grãos moídos e reidratados é uma alternativa interessante, visto que une duas práticas distintas, reidratação e ensilagem. Este intenso processamento tem potencial em aumentar a digestibilidade do amido e conseqüente disponibilidade de energia para o animal. O maior aproveitamento de nutrientes pelos bovinos pode refletir diretamente no ganho de peso e na deposição de tecidos.

Ainda, as crescentes mudanças que vem ocorrendo na cadeia produtiva da carne e nos sistemas de produção evidenciam a necessidade de se atender ao mercado consumidor exigente por qualidade e segurança alimentar e ambiental. Animais superprecoces preenchem estes requisitos, e na busca por precocidade deve-se considerar além do ganho de peso, características de carcaça. A composição corporal e a quantidade de carne produzida na carcaça têm importância fundamental na determinação da

eficiência biológica. Além disso, o rendimento de carcaça e o peso de carcaça são medidas de interesse dos frigoríficos na avaliação do valor do produto adquirido e nos custos operacionais.

Assim, assume-se como hipótese que a ensilagem dos grãos de milho e sorgo reidratados reduz o consumo e mantém o ganho de peso, o que melhora a eficiência alimentar. Portanto, foram objetivos dessa pesquisa avaliar o efeito da ensilagem dos grãos de milho e sorgo reidratados sobre o consumo, a digestibilidade, o desempenho e as características de carcaça de machos Nelore superprecoces.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Confinamento Experimental e Laboratório Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, sendo aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais de Produção/DZO/UFV (protocolo nº 29/2017).

Aproximadamente 60 dias antes do início do experimento, o processo de reidratação dos grãos de milho e sorgo foi realizado. Cerca de 6000 kg de cada um dos grãos foram moídos em moinho tipo martelo com peneiras de crivos 3 mm, sendo em seguida medido o teor de matéria seca dos alimentos. Posteriormente, foi realizada a adição de água até que fosse atingido o teor de 35% de umidade, conforme a fórmula descrita abaixo:

$Q_{de\ de\ água} = (MS_{grão} - MS_{esperada}) / MS_{esperada}$, em que: $Q_{de\ de\ água}$ = quantidade de água a ser adicionada no grão (L/kg de matéria natural); $MS_{grão}$ = matéria seca do grão; $MS_{esperada}$ = matéria seca esperada após o processo de reidratação.

O grão foi misturado à quantidade de água pré-estabelecida utilizando uma betoneira, sendo, então, ensilado em silos tipo manilha de 1m³, na densidade aproximada de 1000 kg/m³. Os silos foram cobertos por lona e foi adicionada uma camada de terra de aproximadamente 10 cm.

Foram utilizados 24 bovinos Nelore não castrados, com peso médio inicial de 270±21 e idade média de 7 meses. Após um período de 28 dias de

adaptação ao local e à dieta, os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2, com dois tipos de grão (milho e sorgo) e dois tipos de processamento (moído seco ou ensilado após a reidratação): Milho moído seco (MMS), sorgo moído seco (SMS), silagem de milho moído reidratado (SMR) e silagem de sorgo moído reidratado (SSR). As quatro dietas foram compostas por 28,44% de silagem de milho, 60,83% de grãos e 10,73% de suplemento proteico mineral, sendo isoproteicas, com aproximadamente 137 g de proteína bruta/kg matéria seca e formuladas para ganho de 1,2 kg/dia de acordo com as recomendações do BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2010). A proporção dos ingredientes e a composição química das dietas pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais.

Itens	Milho		Sorgo	
	MMS ¹	SMR ¹	SMS ¹	SSR ¹
	Proporção dos ingredientes (%MS)			
Silagem de milho	28,4	28,4	28,4	28,4
Milho moído	60,8	-	-	-
Milho moído reidratado	-	60,8	-	-
Sorgo moído	-	-	60,8	-
Sorgo moído reidratado	-	-	-	60,8
Farelo de soja	6,75	6,75	6,75	6,75
Nutronbeef®	2,94	2,94	2,94	2,94
Ureia + Sulfato de amônia (9:1)	1,04	1,04	1,04	1,04
	Composição química (% na MS)			
Matéria Seca	55,3	47,5	55,2	48,0
Proteína Bruta	13,1	12,9	13,1	13,0
Fibra em Detergente Neutro ²	23,9	21,0	24,2	22,0
Extrato Etéreo	3,30	3,76	1,98	2,60
Matéria Orgânica	92,6	93,3	92,5	93,3
Carboidratos não fibrosos	53,9	57,2	54,9	57,3

¹MMS, Milho moído seco; SMS, sorgo moído seco; SMR, silagem de milho moído reidratado; SSR, silagem de sorgo moído reidratado.

² Isenta de cinzas e proteína.

Os animais foram mantidos em baias coletivas de 48m² com cochos e bebedouros eletrônicos (tipo Grow Safe Model AF-1000 Master, Intergado Ltda., Contagem, Minas Gerais, Brasil), recebendo alimentação *ad libitum*, por 140 dias (5 períodos de 28 dias).

A dieta foi fornecida duas vezes ao dia. Os alimentos foram amostrados diariamente, agrupados de forma proporcional à cada 28 dias, e parcialmente secos em estufa de circulação forçada a 55°C para posteriores análises laboratoriais. Os ingredientes que compuseram o suplemento proteico mineral foram amostrados diretamente dos reservatórios da fábrica de ração nos dias das misturas dos mesmos.

O monitoramento das sobras foi realizado diariamente, para que as mesmas ficassem em torno de 5% do total ofertado. Estas sobras foram misturadas diariamente com a quantidade de alimento fornecido para cada dieta. Os grãos (milho e sorgo), a silagem de milho e o suplemento proteico mineral foram pesados separadamente, posteriormente misturados em uma betoneira (MAQTRON - M400L com motor monofásico 220V) e fornecidos aos animais, sempre às 07h00min e 17h00min.

Ao início e ao final do período experimental, foram realizadas pesagens dos animais alimentados e em jejum com restrição de sólidos por 16h. A cada 28 dias foram realizadas pesagens dos animais alimentados para monitoramento do desempenho.

Foram conduzidos três ensaios de digestibilidade nos períodos inicial, médio e final com duração de cinco dias cada, com coletas pontuais de fezes em horários distintos (6h, 10h, 12h, 15h e 18h). Para estimar a produção de matéria seca fecal, a fibra em detergente neutro indigestível foi utilizada como indicador.

As amostras do volumoso, ingredientes do concentrado e fezes foram avaliadas quanto aos teores de matéria seca (MS) segundo método INCT - CA G-003/1, matéria mineral (MM) segundo método INCT-CA M-001/1, proteína bruta (PB) segundo método INCT - CA N-001/1, fibra em detergente neutro (FDN) segundo método INCT - CA F-001/1 e correções para proteína e cinzas, respectivamente, segundo métodos INCT - CA N-004/1 e INCT - CA M-002/1 e extrato etéreo (EE) segundo método INCT - CA G-004/1 conforme descritas por Detmann et al. (2012). A fibra em detergente neutro indigestível

(FDNi) foi obtida após a incubação das amostras de fezes, volumosos e concentrado moídos a 2mm, em sacos F57 (Ankom®) in situ por 288 horas, de acordo com o método INCT- CA F-008/1, conforme descrito por Detmann et al. (2012).

A quantificação dos carboidratos não fibrosos (CNF) foi realizada de acordo com Detmann e Valadares Filho (2010):

$CNF = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ da uréia} + \% \text{ de uréia}) + \%FDNcp + \%EE + \%MM]$, em que: FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

Após os 140 dias de confinamento, todos os animais foram abatidos. Antes dos abates, os animais foram submetidos a jejum de sólidos de 16 horas. O abate foi realizado via insensibilização por meio de uma pistola de dardo cativo e secção da jugular para sangramento total, seguido de lavagem do aparelho gastrintestinal (rúmen, retículo, omaso, abomaso e intestinos delgado e grosso). Os pesos do coração, pulmões, fígado, baço, rins, gordura interna, carne industrial, mesentério, cauda e aparas (traquéia, esôfago e aparelho reprodutor), juntamente com os do trato gastrintestinal lavado, foram somados aos das demais partes do corpo (carcaça, cabeça, couro, pés e sangue) para determinação do peso de corpo vazio (PCVZ).

Após o abate, a carcaça de cada animal foi dividida em duas metades, que foram pesadas para obtenção do rendimento de carcaça quente (RCQ), relação entre o peso de carcaça quente e o peso corporal em jejum (PCJ). Em seguida as carcaças foram resfriadas em câmara fria a 4°C durante 24 horas. Decorrido este tempo, as meias carcaças foram retiradas da câmara fria para pesagem e determinação do rendimento de carcaça fria (RCF), relação entre o peso de carcaça fria e o peso corporal em jejum. Foi ainda mensurada a espessura de gordura subcutânea, utilizando-se um paquímetro eletrônico, sendo a avaliação realizada na altura da 12^a costela.

Para obtenção do ganho médio de carcaça diário (GMCD), utilizou como base o rendimento de carcaça do grupo referência para estimar o peso de carcaça inicial dos animais que permaneceram ao longo dos 140 dias experimentais, este foi correlacionado com peso de carcaça dos animais ao final do experimento para assim ser obtido o ganho de carcaça dos mesmos.

Para análise estatística das digestibilidades realizadas nos períodos inicial, médio e final, foi considerada a média entre as mesmas. Os dados foram submetidos à análise de variância no PROC-MIXED do SAS Software (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Em todos os testes 5% foi considerado como nível crítico de probabilidade para ocorrência do erro tipo I.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Consumo

Os consumos de matéria seca e dos demais constituintes da dieta são apresentados na Tabela 2. O consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT) não foi influenciado pelo tipo de grão ou processamento ($P > 0,05$). Observou-se interação entre o tipo de grão e processamento para o consumo de extrato etéreo ($P < 0,05$).

Não houve diferença ($P > 0,05$) entre os tipos de grãos, milho e sorgo, com relação aos consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro isenta de cinzas e proteína (CFDNcp) e carboidratos não fibrosos (CCNF). Uma possível explicação para isto é que o sorgo possui composição química similar à do milho (CQBAL 3.0).

A ensilagem de grãos reidratados resultou em redução ($P < 0,05$) nos consumos de MS, MO, PB, FDNcp, tendência ($P < 0,10$) para redução do consumo de CNF e não alterou o consumo de extrato etéreo (CEE). Silva (2015) obteve resultado semelhante, onde os animais alimentados com milho moído seco apresentaram maiores CMS, CPB e CFDN em relação àqueles alimentados com silagem de milho moído reidratado.

Quando o CMS foi expresso em relação ao peso corporal, este apresentou comportamento semelhante ao CMS expresso em kg/dia.

Em trabalhos pioneiros e com contribuições significativas para esse campo da pesquisa, Burroughs et al. (1970) e Goodrich et al. (1975) também reportaram diminuição sobre o CMS em experimentos avaliando o grão de milho úmido ou reidratado ensilado, comparado ao grão seco moído ou mesmo laminado, porém com melhoria sobre a eficiência alimentar.

Uma das possíveis explicações para o menor CMS das dietas à base de silagem de milho reidratado é a “Teoria da Oxidação Hepática”, proposta

por Allen et al. (2009). Segundo estes autores, com a maior fermentabilidade do amido, há aumento na produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) por unidade de matéria orgânica fermentada no rúmen, ocorrendo alterações sobre o padrão de fermentação ruminal, gerando como consequência aumento na proporção molar de propionato dentre os AGCC absorvidos. O propionato é um substrato extensivamente utilizado no fígado de ruminantes para gliconeogênese. Quando o fluxo de propionato para o fígado ultrapassa a capacidade de gliconeogênese, o propionato é oxidado (Bradford e Allen, 2007), estimulando a síntese e liberação de insulina no sangue resultando em efeito supressor sobre o consumo.

Os maiores consumos de PB e FDN_{cp} observados nas dietas contendo grão de milho moído seco em relação ao milho reidratado e ensilado, foram consequentes do maior CMS.

A influência da reidratação e ensilagem do sorgo moído teve efeitos menos evidentes sobre os parâmetros de consumo em relação à reidratação e ensilagem do milho. Vieira (2011) também não observou diferença no CMS entre os animais que receberam sorgo moído seco ou reidratado.

Tabela 2 - Consumo de matéria seca em relação ao peso corporal (g/kgPC), consumo de matéria seca e demais constituintes das dietas (kg/dia) de bovinos Nelore superprecoces alimentados com dietas à base de milho ou sorgo moídos secos ou reidratados e ensilados.

Itens	Milho		Sorgo		EPM	P-Valor		
	MMS	SMR	SMS	SSR		Grão	Proc.	G x P
	Consumo (g/kgPC)							
Matéria Seca	21,7	18,3	21,4	19,6	1,06	0,611	0,025	0,459
	Consumos (kg/dia)							
Matéria Seca	7,72	5,99	7,23	6,71	0,378	0,756	0,008	0,124
Matéria Orgânica	7,14	5,58	6,68	6,27	0,352	0,742	0,011	0,119
Proteína Bruta	1,01	0,77	0,94	0,87	0,049	0,762	0,006	0,110
Fibra em Detergente Neutro ¹	1,85	1,26	1,75	1,48	0,087	0,501	<0,001	0,079
Extrato Etéreo	0,26	0,23	0,15	0,18	0,011	<0,001	0,999	0,008
Carboidratos Não Fibrosos	4,03	3,32	3,85	3,74	0,207	0,567	0,065	0,162
Nutrientes Digestíveis Totais	5,12	4,44	4,48	4,52	0,250	0,274	0,221	0,168

¹ Isenta de cinzas e proteína

Digestibilidade

Foi observado efeito do tipo de grão e do processamento sobre as digestibilidades da matéria seca e demais constituintes das dietas ($P < 0,05$). Porém, o tipo de processamento não afetou ($P > 0,05$) a digestibilidade da PB.

Foi observada interação entre tipo de grão e processamento ($P < 0,05$) para a digestibilidade da FDNcp (Tabela 3), que não foi alterada ($P > 0,05$) pelo processamento dos grãos de milho, mas foi reduzida ($P < 0,05$) pela reidratação do sorgo.

Quanto ao tipo de grão, o milho apresentou melhor digestibilidade de todos os constituintes em relação às dietas contendo sorgo. Isto pode ser explicado pela maior proteção do amido nos grãos de sorgo (Faria Jr et al., 2009)

A maior digestibilidade da MS, MO, FDNcp, EE e CNF para silagem de grãos reidratados em relação às dietas de grãos moídos secos pode ser devido ao menor CMS apresentado pelos animais que receberam as dietas SMR e SSR, conseqüentemente, reduzindo a taxa de passagem e aumentando o tempo de retenção da dieta no trato gastrointestinal, aumentando assim o aproveitamento da mesma.

Estes resultados são semelhantes aos reportados na literatura (Axe et al., 1987, Chen et al., 1994, Passini et al., 2002 e Silva, 2015) que mostraram efeito do processamento do grão de milho resultando em aumento da digestibilidade da MS e do amido. Estes autores sugerem uma possível interação entre a digestibilidade do amido e da MS, visto que há um aumento significativo na digestibilidade de ambos quanto maior o grau de processamento.

Este mesmo comportamento de aumento na digestibilidade do sorgo reidratado em relação à sorgo moído seco, foi relatado por Bade et al. (1972), McNeill et al. (1975) e Theurer et al. (1986). Já Vieira (2011) não observaram efeito da reidratação de sorgo sobre as digestibilidades da MS e MO.

Tabela 3 - Digestibilidade da matéria seca e demais constituintes das dietas (%) de bovinos Nelore superprecoces alimentados com dietas à base de milho ou sorgo moídos secos ou reidratados e ensilados.

Digestibilidade (%) ¹	Milho		Sorgo		EPM	P-Valor		
	MMS	SMR	SMS	SSR		Grão	Proc.	G x P
Matéria Seca	66,1	72,7	62,9	67,6	1,09	0,001	<0,001	0,393
Matéria Orgânica	67,5	75,1	64,2	69,5	1,18	0,008	<0,001	0,420
Proteína Bruta	68,5	70,4	64,7	66,0	1,15	0,002	0,183	0,796
Fibra em Detergente Neutro ¹	53,7	41,9	55,7	51,2	1,63	0,002	<0,001	0,037
Extrato Etéreo	82,2	84,7	66,7	74,5	17,52	<0,001	0,008	0,145
Carboidratos Não Fibrosos	72,7	88,1	67,7	77,4	15,20	<0,001	<0,001	0,078

¹ Isenta de cinzas e proteína.

Desempenho produtivo e características de carcaça

Os dados de desempenho e características de carcaça podem ser observados na Tabela 4. Não houve influência do tipo de grão e tipo de processamento ($P > 0,05$) sobre os parâmetros produtivos avaliados.

A eficiência alimentar foi afetada pelo tipo de grão e pelo processamento ($P < 0,05$), apresentando-se maior para os grãos de milho em relação aos de sorgo e maior para as dietas contendo os grãos ensilados após a reidratação em relação aos grãos secos.

Animais alimentados com silagem de sorgo moído reidratado apresentaram eficiência alimentar 11,76% superior àqueles alimentados com sorgo seco moído. Resultados semelhantes foram observados Defoor et al. (2006) que encontraram melhores resultados para grãos reidratados e ensilados, sendo estes 15% superiores para a eficiência alimentar. Já Huck et al. (1999), ao avaliarem o desempenho de bovinos confinados com a inclusão de sorgo reidratado com diferentes umidades (25, 30 e 35%), relataram piora sobre a eficiência alimentar em 4% para o grão reidratado à 35% de umidade quando comparado ao milho floculado, porém sem implicar em diferenças significativas sobre o ganho de peso diário.

Silva (2015) observou maior eficiência alimentar dos animais recebendo silagem de milho moído reidratado em relação aos que receberam milho seco moído, sendo essa superioridade na ordem de 14%. Este autor também observou que o ganho de peso de bovinos precoces Angus x Charolês em confinamento não foi influenciado pela reidratação e ensilagem nem pelo processo de moagem. Porém, Silva (2015) observou maior peso de carcaça quente e ganho de peso de carcaça para bovinos Nelore alimentados com milho seco finamente moído e milho moído grosso reidratado e ensilado em relação àqueles alimentados com milho moído grosso seco e milho finamente moído reidratado e ensilado. Defoor et al. (2006) não verificaram diferença sobre o ganho de peso diário utilizando rações com milho reidratado e milho seco laminado em bovinos de corte.

Milton et al. (2000) também não encontraram diferenças sobre o rendimento de carcaça, o peso final e o peso de carcaça de bovinos confinados recebendo milho inteiro e milho reidratado e ensilado. Também Macken et al. (2004), comparando o uso de milho reidratado e milho seco, não relataram diferenças sobre os parâmetros de carcaça de animais terminados em confinamento.

A ausência de diferença no ganho de peso dos animais recebendo sorgo moído seco ou reidratado corrobora com os dados de White et al. (1969), Schake et al. (1972), Igarasi et al. (2008) e Vieira et al. (2011).

Assim, os efeitos benéficos do processo de reidratação dos grãos são a redução do consumo de matéria seca com manutenção do ganho de peso dos animais, o que resulta em melhor eficiência alimentar.

Tabela 4 - Desempenho e características de carcaça de bovinos Nelore superprecoces alimentados com dietas à base de milho ou sorgo moídos secos ou reidratados e ensilados.

Itens	Milho		Sorgo		EPM	P-Valor		
	MMS	SMR	SMS	SSR		Grão	Proc.	G x P
Desempenho								
Peso vivo em jejum inicial (kg)	264	265	279	273	21,0	0,602	0,899	0,874
Peso vivo em jejum final (kg)	458	438	431	444	17,2	0,547	0,848	0,348
Ganho médio diário (kg/dia)	1,34	1,22	1,10	1,18	0,091	0,154	0,849	0,279
Ganho médio de carcaça diário (kg/dia)	0,85	0,78	0,77	0,75	0,052	0,284	0,358	0,604
Eficiência alimentar	0,17	0,19	0,15	0,17	0,010	0,029	0,041	0,741
Características de carcaça								
Peso de carcaça quente	275	264	265	265	10,3	0,651	0,578	0,584
Peso de carcaça fria	270	260	259	259	10,1	0,593	0,605	0,608
Rendimento de carcaça quente (%)	60,0	60,2	61,5	59,8	0,01	0,331	0,215	0,133
Rendimento de carcaça fria (%)	58,7	59,3	60,3	58,7	0,01	0,381	0,381	0,049
Espessura de gordura subcutânea (cm)	5,08	4,39	5,17	3,54	0,582	0,525	0,060	0,427

CONCLUSÃO

A ensilagem dos grãos de milho e sorgo reidratados resulta em redução no consumo de matéria seca e aumento da digestibilidade da maioria dos constituintes das dietas. O desempenho e as características de carcaça não foram afetados pela reidratação, contudo os animais alimentados com os grãos ensilados após a reidratação apresentaram maior eficiência alimentar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, M. S.; BRADFORD, B. J.; OBA, M. Board-invited review: the hepatic oxidation theory of the control of feed intake and its application to ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, n. 5, p. 3317-3334, 2009.
- AXE, D. E.; BOLSEN, K. K.; HARMON, D. L. et al. Effect of wheat and high-moisture sorghum grain fed singly and in combination on ruminal fermentation, solid and liquid flow, site and extent of digestion and feeding performance of cattle. **Journal of Animal Science**, v.64, n. 3, p. 897 – 906, 1987.
- AZEVEDO, J.A.G.; VALADARES FILHO, S.C.; COSTA E SILVA, L.F et al. Regulação e predição do consumo de matéria. In: **Tabelas brasileiras de exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados – BR-CORTE**. 3ª edição. Viçosa: UFV, Suprema Gráfica Ltda. 2016, 327p.
- BADE, D.H.; LANE, G.T.; LEIGHTON, R.E. et al. Acetic Acid Treatment of Reconstituted Sorghum Grain for Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 56, n. 1, p. 124-128, 1972.
- BRADFORD, B. J.; ALLEN, M. S. Short communication: rate of propionate infusion within meals does not influence feeding behavior. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, n. 5, p. 2305-2308, 2007.
- BURROUGHS, W. D. F.; PITZEN, A. H.; TRENKLE, R. L.; VETTER, C. C.; COOPER. Artificially dried shelled corn fed whole vs. rolled daily before

- feeding vs. High-moisture shelled corn rolled daily before feeding. Iowa State Univ. **Experiment Station Research Bulletin**, Iowa, v. 191, 1970.
- CHEN, K. H.; HUBER, J. T.; THEURER, C. B. et al.. Effect of Steam Flaking of Corn and Sorghum Grains on Performance of Lactating Cows. **Journal Of Dairy Science**, v.77, n.4, p. 1038-1043, 1994.
- DEFOOR, P. J., BROWN, M. S., OWENS, F. N. Reconstitution of grain sorghum for ruminants. In: Grain Processing Symposium, Oklahoma. **Proceedings...** Oklahoma: CGP, p. 93-98, 2006.
- DETMANN, E., SOUZA, M. A., VALADARES FILHO, S. C. **Métodos para Análises de Alimentos**. 1ª edição. Visconde do Rio Branco: Suprema. 2012.
- DETMANN, E., VALADARES FILHO, S. C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, p. 980–984. 2010.
- GOODRICH, R. D.; BYERS, F. M.; MEISKE, J. C. Influence of moisture content, processing and reconstitution on the fermentation of corn grain. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 41, p. 876-881, 1975.
- HUCK, G.L.; KREIKEMEIER, K.K.; BOLSEN, K.K. Effect of reconstituting field-dried and early-harvested sorghum grain on the ensiling characteristics of the grain and on growth performance and carcass merit of feedlot heifers. **Journal of Animal Science**, v.77, n. 5, p. 1074–1081, 1999.
- IGARASI, M.S.; ARRIGONI, M.B.; SOUZA, A.A. ET. AL. Desempenho de bovinos jovens alimentados com dietas contendo grão úmido de milho ou sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.513-519, 2008.
- MACKEN, C. N.; ERICKSON, G. E., KLOPFENSTEIN, T. J.; MILTON, C. T. AND STOCK, R. A. Effects of dry, wet, and rehydrated corn bran and corn processing method in beef finishing diets. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 82, p.3543–3548, 2004.

- MCNEILL, J. W.; POTTER, G. D.; RIGGS, J.K. et al. Chemical and Physical Properties of Processed Sorghum Grain Carbohydrates. **Journal of Animal Science**, v. 40, n.2, p. 335-341,1975.
- MILTON, T.; KLOPFENSTEIN, T. J.; JORDON, D. J.; COOPER, R.; AND STOCK, R. Effect of Dry, Wet, or Rehydrated Corn Bran on Performance of Finishing Yearling Steers. **Nebraska Beef Cattle Reports**. Paper 382, 2000.
- PASSINI, R.; SILVEIRA, A. C.; RODRIGUES, P. H. M. et al. Digestibilidade de dietas a base de grão úmido de milho ou de sorgo ensilados. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 4, p. 1147-1154, 2002.
- SANTOS, S.A.; ROTTA,P.P.; COSTA E SILVA, L.F. et al. Degradação ruminal da proteína dos alimentos e síntese de proteína microbiana. In: **Tabelas brasileiras de exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados – BR-CORTE**. 3ª edição. Viçosa: UFV, Suprema Gráfica Ltda. 2016, 327p.
- SCHAKE, L. M.; RIGGS, J. K.; BUTLER, O. D. Commerical Feedlot Evaluation of Four Methods of Sorghum Grain Processing. **Journal of Animal Science**, v.34, n.6, p.926-930, 1972.
- SILVA, M.R.H. **Processamento e ensilagem no valor nutritivo de grãos de milho para novilhos em confinamento**. 2015. 82p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá – PR, 2015.
- THEURER, C. B. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. **Journal of Animal Science**, v63,n. 5, p.1649-1662, 1986.
- VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; PAULINO, P.V.R., et al. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados – BR CORTE**. 2 ed. Viçosa : UFV, Suprema Gráfica Ltda. 2010, 193p.
- VIEIRA, A.R. **Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes de dietas contendo sorgo em grão seco ou reidratado e ensilado para novilhos nelore confinados**. 2011. 72p. Dissertação (Mestrado em

Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG, 2011.

WHITE, D.; NEWSON, J.; NEUHAUS, V. et al. Grinding Milo Before vs after reconstitution. *Oklahoma Agricultural Experiment Station, Animal Science Research*, p. 39-43, 1969. Disponível em: <http://beefextension.com/research_reports/research_56_94/rr69/rr69_6.pdf>. Acessado em: 07 de fevereiro de 2018.

CAPÍTULO 2 - Exigências de energia e proteína de bovinos Nelore superprecoces

Resumo – Objetivou-se determinar as exigências nutricionais de energia e proteína de bovinos Nelore superprecoces. Foram utilizados 34 bovinos Nelore não castrados, com peso médio inicial de 270 ± 21 kg e idade média de 7 meses. Seis animais foram selecionados aleatoriamente para compor o grupo referência, sendo abatidos ao início do experimento para determinação do peso de corpo vazio (PCVZ) inicial e quatro animais foram designados ao grupo manutenção alimentados com 12g MS/kg de peso corporal (PC). Os demais animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2, com dois tipos de grãos (milho e sorgo) e dois tipos de processamento (moído seco ou ensilado após a reidratação): Milho moído seco (MMS), sorgo moído seco (SMS), silagem de milho moído reidratado (SMR) e silagem de sorgo moído reidratado (SSR). Após 140 dias, todos os animais foram abatidos para determinação do PCVZ e da composição química corporal. A composição química do corpo vazio foi estimada à partir da seção entre a 9ª e 11ª costelas (seção HH) pelas equações validadas por Costa e Silva et al. (2013) para bovinos Nelore: PB (%): $PB_{PCVZ} = 10.78 + 0.47 \times PBCor - 0.21 \times GV$ e Extrato Etéreo (%): $EE_{PCVZ} = 2.75 + 0.33 \times EECor + 1.80 \times GV$. As exigências líquidas de proteína para manutenção foram estimadas, utilizando a seguinte equação: $CPM = \beta_0 + \beta_1 \times GPCVZ$. A exigência líquida de proteína para ganho foi obtida pela equação descrita pelo BR-CORTE (2016): $PLg = \beta_1 \times GPCVZ - \beta_2 \times ER$. A exigência de energia líquida para manutenção foi calculada por $PC = \beta_0 \times e^{\beta_1 \times CEM}$, sendo PC = produção de calor, enquanto a energia metabolizável (EM) para manutenção foi calculada pelo processo iterativo, quando CEM se igualou à PC. A energia líquida para ganho foi obtida pela equação $ELg = \beta_0 \times PCVZ^{0.75} \times GPCVZ^{\beta_1}$. Os modelos lineares utilizados foram ajustados por meio do PROC REG do SAS e para modelos não lineares foi utilizado o PROC NLIN do SAS, sendo estes últimos ajustados pelo método de Gauss-Newton. Para verificar a significância dos modelos foi utilizado 5% como nível crítico de probabilidade. As exigências de energia líquida e metabolizável para manutenção de bovinos Nelore machos não castrados são de 72,8 e 106,79

kcal/PCVZ^{0,75}/dia, respectivamente. As exigências de energia líquida para ganho podem ser obtidas pela equação: $ELg = 0,0512 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{0,9457}$. As eficiências de uso da energia metabolizável para manutenção e para ganho dessa categoria animal são de 68,2% e 43,6%, respectivamente. As exigências de proteína metabolizável para manutenção são de 3,48 g/PC^{0,75}. As exigências líquidas de proteína para ganho de peso podem ser obtidas através da equação $PLg = 221,669 \times GPCVZ - 21,933 \times ER$.

CHAPTER 2

Abstract – It was intended to determine the nutritional requirements of Nelore bovine energy and protein Superprecocious. 34 uncastrated Nelore bovine animals were used with an initial average weight of 270 ± 21 kg and the average age of 7 months. Six animals were randomly selected to compose the reference group, being slaughtered at the beginning of the experiment to determine the initial empty body weight (PCVZ) and four animals were assigned to the maintenance group fed with 12g MS/kg weight Body (PC). The other animals were Distributed in fully delineated Randomized In 2x2 factorial scheme, with two types of grain (maize and sorghum) and two types of processing (ground dry or ensilage after rehydration): Dry Ground maize (MMS), dry ground sorghum (SMS), rehydrated ground maize silage (SMR) and rehydrated ground sorghum silage (SSR). After 140 days, all animals were slaughtered for determination of PCVZ and body chemical composition. The chemical composition of the empty body was estimated from the section of the 9th and 11th ribs (Section HH) by the equations validated by Costa and Silva et al. (2013) For Nelore bovine animals: PB (%): $PB_{PCVZ} = 10.78 + 0.47 \times PBCor - 0.21 \times SGS$ and Ethereal extract (%): $EE_{PCVZ} = 2.75 + 0.33 \times EECor + 1.80 \times Gv$. NET protein requirements for maintenance were estimated using the following equation: $CPM = \beta_0 + \beta_1 \times GPCVZ$. The net requirement of protein for gain was obtained by the equation described by the BR-cut (2016): $PLg = \beta_1 \times GPCVZ - \beta_2 \times Er$. The net energy requirement for maintenance was calculated by $PC = \beta_0 \times$ and $\beta_1 \times CEM$, being PC = heat production, while energy Metabolizable (in) for maintenance was calculated by the iterative process, when one hundred matched the PC. The liquid energy for gain was obtained by the equation $ELg = B_0 \times PCVZeq^{0.75} \times GPCVZ^{\beta_1}$. The linear models used were adjusted by means of the SAS proc REG and for non-linear models was used the SAS proc NLIN, the latter being adjusted by the Gauss-Newton method. To verify the significance of the models was used 5% as a critical level of probability. The net and metabolizable energy requirements for maintenance of bovine Nelore non-castrated males are 72.8 and 106.79 kcal/PCVZ^{0.75}/day, respectively. The net energy requirements for gain can be

obtained by the equation: $ELg = 0.0512 \times PCVZ^{0.75} \times GPCVZ^{0.9457}$. The metabolizable energy use efficiencies for maintenance and for the gain of this animal category are 68.2% and 43.6%, respectively. The requirements of metabolizable protein for maintenance are 3.48 g/PC^{0.75}. The liquid protein requirements for weight gain can be obtained through the equation $PLg = 221.669 \times GPCVZ - 21.933 \times ER$.

INTRODUÇÃO

O conhecimento das exigências nutricionais dos animais é de fundamental importância na formulação de dietas e conseqüentemente na obtenção de resultados produtivos. As demandas nutricionais sofrem alterações de acordo com o estágio de desenvolvimento e status fisiológico do animal, e, no caso dos ruminantes deve-se preocupar ainda em atender os requerimentos da microbiota ruminal, elo fundamental e responsável pela transformação de parte dos nutrientes consumidos.

O suprimento das demandas energética e proteica pode ser considerado o principal responsável pela manutenção da homeostasia e funções vitais dos sistemas biológicos. Assim, conhecendo-se as exigências de determinada categoria pode-se adotar estratégias de alimentação mais adaptadas àquela realidade, alcançar resultados produtivos e lucratividade.

Diversos sistemas de exigências nutricionais são adotados atualmente, como NRC (Estados Unidos), AFRC (Inglaterra), INRA (França), CSIRO (Austrália), que diferem entre si nos valores preconizados para as exigências nutricionais, em função das diferenças nas metodologias, nos fatores de correção, eficiências de utilização, raças e categorias adotados por estes sistemas. Assim, no Brasil, o BR-CORTE é considerado um sistema referência e único no que se refere a exigências de zebuínos puros e cruzados.

A 3ª edição do BR-CORTE publicada em 2016 conta com banco de dados mais extenso que as versões anteriores (2006 e 2010), incluindo os sistemas pasto e confinamento e diferentes categorias animais (vacas gestantes, lactantes, bezerros e bovinos em fase de crescimento e terminação). Porém são necessárias mais informações à respeito dos requerimentos de zebuínos superprecoces e particularmente desta categoria animal, quando recebendo dieta de alto teor de concentrado, realidade cada vez mais comum nos grandes confinamentos brasileiros.

Portanto, objetivou-se estimar as exigências nutricionais de energia e proteína de machos Nelore, superprecoces, não castrados recebendo dietas à base de milho e sorgo moídos secos ou reidratados e ensilados.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Confinamento Experimental e Laboratório Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, sendo aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais de Produção/DZO/UFV (protocolo nº 029/2017).

Foram utilizados 34 bovinos Nelore não castrados, com peso médio inicial de 270 ± 21 kg e idade média de 7 meses. Após um período de 28 dias de adaptação ao local e à dieta, os animais foram divididos aleatoriamente em três grupos: referência (n=6), manutenção (n=4) e desempenho (n=24).

Os animais do grupo referência foram abatidos após serem submetidos a jejum de sólidos por 16 horas, e tomados como referência para estimar o peso de corpo vazio (PCVZ) inicial dos demais animais e o ganho médio de carcaça diário (GMCD).

Os animais do grupo manutenção foram alimentados com 12g MS/kg de peso corporal (PC), sendo mantidos em baias individuais dotadas de comedouros e bebedouros de concreto.

Os 24 animais restantes foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2, com dois tipos de grãos (milho e sorgo) e dois tipos de processamento (moído seco ou ensilado após a reidratação): Milho seco moído (MSM), sorgo seco moído (SSM), milho moído reidratado ensilado (MMRE) e sorgo moído reidratado ensilado (SMRE). As quatro dietas foram compostas por 28,44% de silagem de milho, 60,83% de grãos e 10,73% de suplemento proteico mineral, sendo isoproteicas, com aproximadamente 137g de proteína bruta /kg matéria seca consumida e formuladas para ganho de 1,2 kg/dia de acordo com as recomendações do BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2010). A proporção dos ingredientes e a composição química das dietas pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais.

Itens	Milho		Sorgo	
	MMS ¹	SMR ¹	SMS ¹	SSR ¹
Proporção dos ingredientes (%MS)				
Silagem de milho	28,4	28,4	28,4	28,4
Milho moído	60,8	-	-	-
Milho moído reidratado	-	60,8	-	-
Sorgo moído	-	-	60,8	-
Sorgo moído reidratado	-	-	-	60,8
Farelo de soja	6,75	6,75	6,75	6,75
Nutronbeef®	2,94	2,94	2,94	2,94
Ureia + Sulfato de amônia (9:1)	1,04	1,04	1,04	1,04
Composição química (% na MS)				
Matéria Seca	55,3	47,5	55,2	48,0
Proteína Bruta	13,1	12,9	13,1	13,0
Fibra em Detergente Neutro ²	23,9	21,0	24,2	22,0
Extrato Etéreo	3,30	3,76	1,98	2,60
Matéria Orgânica	92,6	93,3	92,5	93,3
Carboidratos não fibrosos	53,9	57,2	54,9	57,3

¹MMS, Milho moído seco; SMS, sorgo moído seco; SMR, silagem de milho moído reidratado; SSR, silagem de sorgo moído reidratado.

² Isenta de cinzas e proteína.

A reidratação e ensilagem dos grãos foi realizada conforme descrito no capítulo 1.

Consumo de energia

O consumo de energia digestível (CED) pelos animais foi obtido pela multiplicação da fração digestível de cada nutriente pelo seu respectivo valor calórico, conforme NRC (2001):

$CED = 5,6 \times CPBD + 9,4 \times CEED + 4,2 \times CFDNcpD + 4,2 \times CNFD$, em que CED = consumo de energia digestível (Mcal/dia); CPBD = consumo de proteína bruta digestível (kg/dia); CEED = consumo de extrato etéreo digestível (kg/dia); CFDNcpD = consumo de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína digestível (kg/dia) e CNFD = consumo de carboidratos não fibrosos digestíveis (kg/dia).

O consumo de energia metabolizável (CEM) foi calculado com base no consumo de energia digestível (CED), conforme descrito por Borges et al. (2016):

$CEM = 0,8851 \times CED - 0,5455$, em que CEM = consumo de energia metabolizável (Mcal/dia) e CED = consumo de energia digestível (Mcal/dia).

Consumo de proteína metabolizável

Foram realizadas três coletas spot de urina, nos períodos inicial, médio e final, durante três dias, às 6h, 12h e 18h. 5 mL de urina foi diluído em 20 mL de ácido sulfúrico 0,036N, para evitar destruição bacteriana da alantoína. As amostras foram armazenadas a -80°C para posterior realização das análises laboratoriais.

Na urina, foram avaliadas as concentrações de creatinina, ácido úrico e alantoína de acordo com o protocolo descrito por George et al. (2005), utilizando cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC - Agilent 1100 series, Agilent Technologies, Waldbronn, Germany).

A excreção total de derivados de purina foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretadas na urina, expressas em mmol/dia, obtidas pelo produto entre a concentração das mesmas na urina pelo volume urinário estimado.

As purinas absorvidas (X, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de derivados de purina (Y, mmol/dia) por intermédio da equação:

$Y = (X - 0,30PV^{0,75}) / 0,80$, em que 0,80 = recuperação de purinas absorvidas como derivados de purina e $0,30 PV^{0,75}$ = a excreção de purinas de origem endógena por kg de peso metabólico por dia (Barbosa et al., 2011).

A síntese ruminal de compostos nitrogenados (Y, gN/dia) foi calculada em função das purinas absorvidas (X, mmol/dia), utilizando-se a equação:

$Y = (70 \times X) / (0,93 \times 0,1369 \times 1000)$, em que 70 é o conteúdo de N nas purinas (mg de N/mol), 0,1369 a relação N purina: N total nas bactérias e 0,93 a digestibilidade verdadeira das purinas microbianas (Barbosa et al., 2011).

A eficiência microbiana (g PBmic/ kg NDT) foi obtida pela razão entre a produção de proteína bruta microbiana (PBmic), expressa em gramas, e a

quantidade consumida de nutrientes digestíveis totais (NDT), expressa em quilogramas.

O consumo de proteína metabolizável (CPmet) foi estimado somando-se a proteína microbiana verdadeira digestível e a proteína não degradável no rúmen digestível. A proteína microbiana foi calculada a partir do consumo de NDT e de proteína bruta, conforme descrito por Santos et al. (2016):

$PB_{mic} = - 53,07 + 304,9 \times CPB + 90,8 \times CNDT - 3,13 \times CNDT^2$, em que CPB = consumo de proteína bruta (kg/dia); CNDT = consumo de nutrientes digestíveis totais (kg/dia); sendo sua fração verdadeira adotada como 80% e considerando sua digestibilidade de 80% (NRC, 2001). O consumo de proteína não degradada no rúmen foi estimado como o consumo de proteína bruta menos a produção microbiana, e sua digestibilidade considerada como 80%.

Abate

Após os 140 dias de confinamento, todos os animais foram abatidos, sendo selecionados aleatoriamente e abatidos 7 animais por dia.

Antes dos abates, os animais foram submetidos a jejum de sólidos de 16 horas para obter o peso de jejum a abate. O abate foi realizado via insensibilização por meio de uma pistola de dardo cativo e secção da jugular para sangramento total, seguido de lavagem do aparelho gastrintestinal (rúmen, retículo, omaso, abomaso e intestinos delgado e grosso). Os pesos do coração, pulmões, fígado, baço, rins, gordura interna, carne industrial, mesentério, cauda e aparas (traquéia, esôfago e aparelho reprodutor), juntamente com os do trato gastrintestinal lavado, foram somados aos das demais partes do corpo (carcaça, cabeça, couro, pés e sangue) para determinação do peso de corpo vazio (PCVZ).

Durante a sangria foi coletada uma amostra do sangue. Após a esfolagem dos animais, foi realizada a amostragem do couro dos mesmos, sendo este coletado em diferentes porções. O rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado, intestino grosso, mesentério, gordura interna, coração, fígado, rins, pulmão, baço, carne industrial, língua e aparas (esôfago, traquéia e aparelho reprodutor) foram moídos em um cutter industrial para obtenção de uma

amostra composta referente aos órgãos e vísceras. A cabeça e os membros dos animais foram moídos em moedor de ossos industrial após a retirada do couro dos mesmos. Foi feita uma amostra composta dos componentes não carcaça (sangue, couro, cabeça, membros, órgãos e vísceras), sendo as quantidades de cada componente calculadas proporcional ao peso dos mesmos no corpo vazio dos animais.

Após o abate, a carcaça de cada animal foi dividida em duas metades que foram pesadas e, em seguida, resfriadas em câmara fria a 4°C durante 24 horas. Decorrido este tempo, as meias carcaças foram retiradas da câmara fria, para pesagem e desossa completa da meia-carcaça esquerda. Os ossos, a carne e gordura foram moídos, amostrados e liofilizados. A seção entre a 9ª e 11ª costelas foi obtida da meia carcaça esquerda de acordo com os procedimentos descritos por Hankins e Howe (1946). Esta seção foi dissecada em músculo, gordura e ossos, que foram pesados separadamente. Músculo e gordura de cada animal foram homogeneizados e moídos para obtenção de uma amostra composta de músculo e gordura proporcional ao peso de cada porção. Os ossos de cada animal foram serrados para obtenção de uma amostra de ossos.

Composição corporal

A composição química do corpo vazio foi estimada pelas equações descritas por Marcondes et al. (2010) e validadas por Costa e Silva et al. (2013) para bovinos Nelore:

$$\text{Proteína Bruta (\%): } PB_{PCVZ} = 10,78 + 0,47 \times PBCor - 0,21 \times GV$$

$$\text{Extrato Etéreo (\%): } EE_{PCVZ} = 2,75 + 0,33 \times EECor + 1,80 \times GV$$

Água (%): $A_{PCVZ} = 38,31 + 0,33 \times ACor - 1,09 \times GV + 0,50 \times OV$; onde Gcor = % gordura no corte das costelas; PBCor = PB no corte das costelas; EECor = EE no corte das costelas; GV = % de gordura visceral (inclui gordura renal, pélvica, cardíaca e mesentérica no peso de corpo vazio); Acor = água no corte das costelas; PCVZ = peso de corpo vazio; OV = % de órgãos e vísceras.

As amostras obtidas para cada animal foram liofilizadas por 72 horas para determinação da matéria seca parcial gordurosa (MSG), segundo método INCT – CA G-002/1 (Detmann et al., 2012). Posteriormente as

amostras foram moídas em moinho tipo faca para posteriores determinações de matéria seca definitiva (MS) matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), conforme descrito por Detmann et al. (2012).

A determinação da energia corporal foi obtida a partir dos teores corporais de proteína e gordura e seus respectivos equivalentes calóricos, 5,6405 e 9,3929 respectivamente, conforme equação preconizada pelo ARC (1980):

$CE = PB \times 5,6405 + EE \times 9,3929$, em que CE = conteúdo de energia corporal (Mcal), PB = proteína no corpo vazio (kg) e EE = extrato etéreo no corpo vazio (kg).

Os conteúdos de energia e proteína no corpo em função do PCVZ dos animais foram estimados por meio de equações não lineares dos conteúdos corporais de energia e proteína dos animais em desempenho e referência, por meio do seguinte modelo:

$C_i = a \times PCVZ^b$, em que C_i = constituinte “i” do corpo do animal, podendo ser energia (Mcal) ou proteína (kg), PCVZ = peso de corpo vazio (kg) e ‘a’ e ‘b’ = parâmetros da regressão.

Cálculos das exigências

Os requerimentos líquidos de energia e proteína por quilo de ganho de peso de corpo vazio foram estimados pela derivada da equação acima apresentada, utilizando-se os parâmetros da mesma, segundo modelo abaixo:

$Y = a \times b \times PCVZ^{b-1}$, em que Y = requerimento de energia líquida para ganho (Mcal/GPCVZ) ou requerimento líquido de proteína para ganho (g/GPCVZ).

Foi ajustada uma equação de regressão entre a energia retida (ER) e o ganho diário de PCVZ, para determinado PCVZ metabólico ($kg^{0,75}$) para os animais em manutenção e desempenho, utilizando-se o seguinte modelo:

$ER = a \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^b$, em que ER = energia retida (Mcal/dia), $PCVZ^{0,75}$ = peso de corpo vazio metabólico, GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia) e ‘a’ e ‘b’ são parâmetros da regressão.

A energia retida na forma de proteína (ERp) foi calculada conforme o seguinte modelo:

$ER_p = \beta_0 \times (ER/GPCVZ)^{\beta_1}$, em que ER_p = porcentagem de energia retida na forma de proteína (%), ER = energia retida (Mcal/dia), $GPCVZ$ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia) e β_0 e β_1 são parâmetros da regressão.

A produção de calor (PC), em Mcal/PCVZ^{0,75}/dia, foi obtida pela diferença entre o CEM (Mcal/PCVZ^{0,75}/dia) e a ER (Mcal/PCVZ^{0,75}/dia).

A exigência de energia líquida para manutenção (EL_m) (Mcal/PCVZ^{0,75}/dia) foi calculada a partir do intercepto (β_0) da regressão exponencial entre a PC e o CEM. O modelo utilizado foi o seguinte:

$PC = \beta_0 \times e^{(\beta_1 \times CEM)}$, em que PC = produção de calor (Mcal/PCVZ^{0,75}/dia), CEM = consumo de energia metabolizável (Mcal/PCVZ^{0,75}/dia), β_0 e β_1 são parâmetros da regressão.

A EMm (Mcal/PCVZ^{0,75}/dia) foi determinada por método iterativo, sendo a EMm estimada como sendo o valor em que a PC é igual ao CEM. A eficiência de utilização da energia metabolizável (EUEM) para manutenção (km) foi obtida a partir da relação entre as exigências de energia líquida e metabolizável para manutenção (EL_m/EM_m).

Para cálculo dos requerimentos líquidos de proteína para ganho de peso em qualquer faixa de ganho, foi ajustado modelo de acordo com a energia retida pelos animais, sendo utilizados os animais em manutenção e desempenho:

$PR = \beta_1 \times GPCVZ - \beta_2 \times ER$, em que PR = proteína retida (g/dia), $GPCVZ$ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia), ER = energia retida (Mcal/dia) e β_1 e β_2 são os parâmetros da regressão.

A exigência líquida de proteína para manutenção (PL_m , g/PCVZ^{0,75}/dia) foi calculada por meio da regressão entre a proteína retida em função do consumo de proteína metabolizável:

$PR = \beta_0 + CP_{met} \times \beta_1$, em que PR = proteína retida (g/PCVZ^{0,75}/dia), CP_{met} = consumo de proteína metabolizável (g/PCVZ^{0,75}/dia) e β_0 e β_1 são parâmetros da regressão.

O módulo do β_0 desse modelo representa a PL_m (g/PCVZ^{0,75}/dia) e o β_1 a eficiência (%) de uso da proteína metabolizável para ganho (k).

A exigência de proteína metabolizável para manutenção foi calculada de acordo com o NRC (2000), onde o consumo de proteína metabolizável foi

contrastado com o ganho médio diário para os animais em desempenho e manutenção:

$CP_{met} = \beta_0 + GPCVZ \times \beta_1$, em que CP_{met} = consumo de proteína metabolizável (g/dia), $GPCVZ$ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia) e β_0 e β_1 são parâmetros da regressão.

A divisão do intercepto dessa regressão pelo peso metabólico médio dos animais foi utilizada para estimar os requerimentos de proteína metabolizável para manutenção (PM_m):

$PM_m = \beta_0 / PC^{0,75}$, em que PM_m = exigência de proteína metabolizável para manutenção (g/ $PC^{0,75}$ /dia), β_0 = intercepto e $PC^{0,75}$ = peso corporal em jejum metabólico médio (kg).

Os coeficientes β_0 e β_1 dos modelos apresentados foram estimados pelo método da regressão ortogonal de Fuller (1987), que considera que ambas as variáveis do modelo possuem erros aleatórios.

As exigências de proteína metabolizável para ganho (PM_g) foram calculadas dividindo-se as exigências líquidas de proteína para ganho pela eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho.

Os dados foram analisados como modelos não lineares construídos por meio do procedimento NLIN do SAS, sendo ajustados pelo método de Gauss-Newton. Para todos os testes foi utilizado 0,05 como nível crítico de probabilidade para verificar a significância dos parâmetros dos modelos.

Os parâmetros das regressões entre as estimativas das equações de predição da composição química dos componentes não carcaça propostas pelo BR-CORTE 2016 e valores observados neste experimento foram avaliadas utilizando o teste de hipótese simultânea (Mayer et al., 1994), onde: $H_0: \beta_0 = 0$ e $\beta_1 = 1$ e H_a : não H_0 . Além disso, o coeficiente de determinação (r^2), o coeficiente de correlação e concordância (CCC) e o erro padrão da média (EPM) também foram computados para avaliar a precisão e acurácia das equações de predição da composição química dos componentes não carcaças. Essas análises foram realizadas usando o MES (Model Evaluation System Software, versão 3.1.16)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A regressão entre o peso corporal em jejum e o peso de corpo vazio está representada na Figura 1.

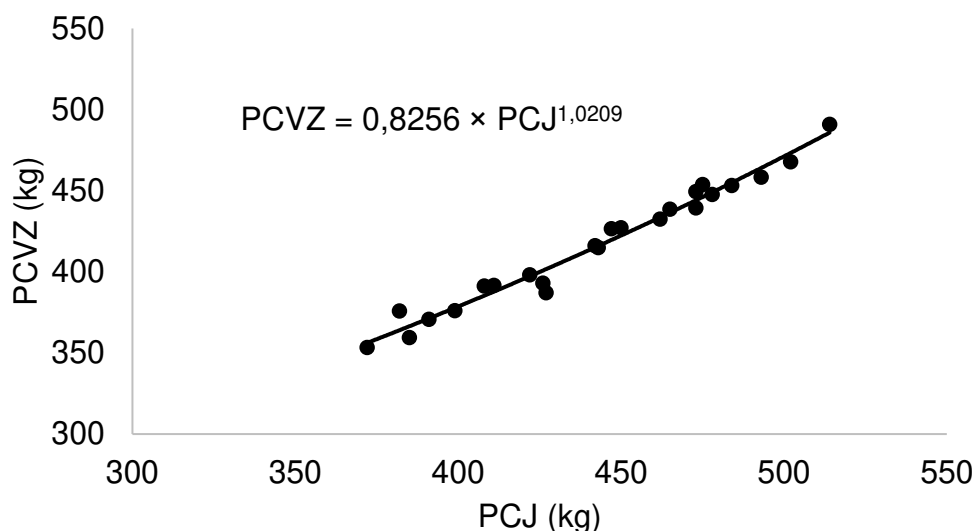


Figura 1. Relação entre o peso corporal em jejum (PCJ) e o peso de corpo vazio (PCVZ) de bovinos Nelore macho não castrados superprecoces.

Tomando como exemplo um bovino de 440 kg de PCJ, o valor obtido nessa pesquisa seria de 412,5kg de PCVZ, enquanto o estimado pelo BR-CORTE (2016) para zebuínos não castrados: $PCVZ = 0,8126 \times PCJ^{1,0134}$, seria de 387,9 kg de PCVZ. Assim observa-se que a contribuição de enchimento do trato gastrointestinal foi menor nos animais dessa pesquisa, o que pode ser explicado em razão do elevado teor de concentrado dessas dietas, que reduz o consumo de matéria seca e conseqüentemente aumenta a relação PCVZ/PCJ.

Para a relação entre o ganho médio diário e o ganho de peso de corpo vazio foi obtida uma relação não linear, cuja equação é expressa na Figura 2. A relação entre estes dois parâmetros sugerida pelo BR-CORTE (2016) é dada pela seguinte equação: $GPCVZ = 0,9630 \times GMD^{1,0151}$. Tomando como exemplo um bovino ganhando 1,2 kg/dia de PCJ, o GPCVZ estimado pela equação do BR-CORTE seria de 1,159 kg/dia, enquanto o estimado pela equação descrita na Figura 2 seria de 1,177 kg/dia. Portanto o valor de GPCVZ obtido nessa pesquisa foi levemente superior ao descrito pelo BR-CORTE, o que pode ser conseqüência do menor enchimento.

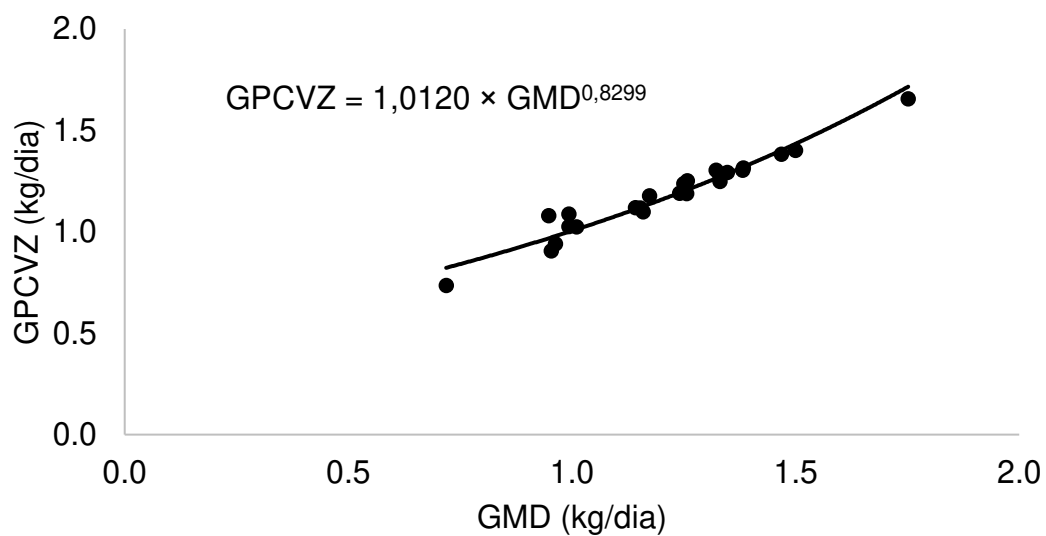


Figura 2. Relação entre o ganho médio diário (GMD) e o ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) de bovinos Nelore macho não castrados superprecoces.

A estatística descritiva do PCVZ, peso de carcaça, composição química do corpo vazio e composição química da seção HH pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1 - Descrição dos dados de composição química do corpo vazio e do corte das 9^a-11^a costelas

Item	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
Peso de corpo vazio (PCVZ), kg	417	37,2	491	353
Peso de carcaça, kg	267	24,1	315	230
Órgãos + vísceras, %PCVZ	14,9	1,10	16,7	12,7
Gordura Visceral, %PCVZ	5,69	0,88	8,17	4,26
Extrato etéreo no PCVZ, %	22,2	2,34	28,4	18,5
Proteína bruta no PCVZ, %	17,2	0,56	18,5	16,2
Água no PCVZ, %	55,5	1,20	57,1	52,4
Extrato etéreo na carcaça, %	20,8	1,94	25,8	17,7
Proteína bruta na carcaça, %	27,5	0,61	28,8	26,5
Água na carcaça, %	55,6	1,02	57,4	53,2
Extrato etéreo na seção HH, %	28,0	3,13	34,9	22,9
Proteína bruta na seção HH, %	16,1	1,01	18,4	14,4
Água na seção HH, %	49,7	2,45	55,2	44,6
Tecido adiposo na seção HH, %	31,2	4,27	41,0	24,3
Músculo na seção HH, %	51,1	3,27	56,0	43,4
Ossos na seção HH, %	17,7	2,26	21,8	13,5

De maneira geral a água foi o componente mais abundante, tanto em proporção do corpo vazio quanto da carcaça e HH, respondendo por mais da metade da composição química destas variáveis. O BR-CORTE (2016) apresenta a mesma situação, onde, as proporções de água no corpo vazio, carcaça e HH representam 58,5%, 58,0% e 52,8% respectivamente. Já o extrato etéreo foi o componente que apresentou maior variação, evidenciado pelos maiores valores de desvio padrão, tanto quando considera-se a proporção de EE em relação ao PCVZ, quanto da carcaça e seção HH (Reid et al., 1955).

O BR-CORTE (2016) propõe equações de predição da composição química dos componentes não carcaça, levando em consideração a classe sexual dos animais (zebuínos, cruzados de corte e cruzados de leite). Quando comparados os valores observados neste experimento e os preditos pelas equações do BR-CORTE (2016), obtém-se as relações apresentadas na Tabela 2 e nas Figuras 3 a 5.

Observa-se que a hipótese de nulidade foi rejeitada para o teor de água, indicando que o valor estimado não remete ao valor observado. Contudo, ao avaliar a hipótese de nulidade para proteína e extrato etéreo dos componentes não carcaça verifica-se que a hipótese foi aceita, o que indica que a equação do BR-CORTE (2016) estimou bem esses componentes.

Ao avaliar o coeficiente de correlação e concordância (CCC), nota-se que o mesmo foi relativamente baixo para EE e PB.

Tabela 2 - Parâmetros da regressão entre as estimativas das equações de predição da composição química dos componentes não carcaça propostas pelo BR-CORTE 2016 e valores observados neste experimento.

Item	Proteína Bruta		Extrato etéreo		Água	
	Observados	Preditos	Observados	Preditos	Observados	Preditos
Média	23,7	27,2	37,3	29,6	83,2	81,8
Desvio-padrão	2,98	2,04	6,9	5,44	8,7	4,8
Máximo	28,2	31,2	58,3	41,9	96,4	91,1
Mínimo	18,7	23,6	24,64	21,27	67,5	73,5
r ²	-	0,32	-	0,54	-	0,73
CCC	-	0,29	-	0,41	-	0,71
Regressão						
Intercepto						
Estimativa	-	0,15	-	9,35	-	-45,0
Desvio-padrão	-	6,83	-	5,40	-	16,2
P-valor	-	0,983	-	0,097	-	0,011
Inclinação						
Estimativa	-	0,87	-	0,94	-	1,57
Desvio-padrão	-	0,25	-	0,18	-	0,20
P-valor	-	0,601	-	0,761	-	0,009
EPM	-	17,65	-	79,60	-	27,69
Vício médio	-	12,05	-	59,55	-	1,856
Erro sistêmico	-	0,071	-	0,086	-	7,021
Erro aleatório	-	5,531	-	19,96	-	18,81

¹CCC, coeficiente de correlação e concordância, varia de 0 a 1; ²H0: $\beta_0 = 0$; ³ $\beta_1 = 1$; ⁴EPM, erro padrão da média.

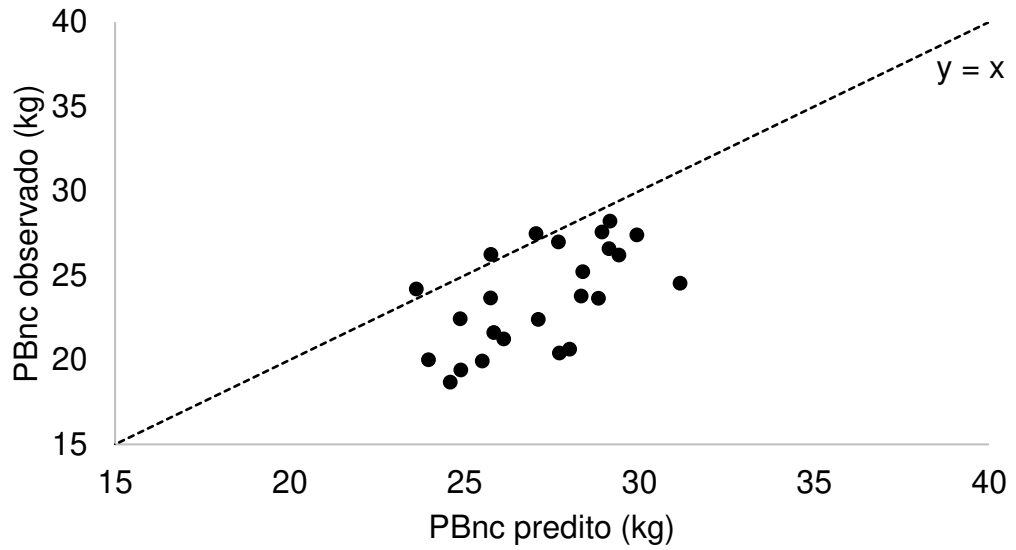


Figura 3. Relação entre os valores de proteína bruta nos componentes não carcaça (PBnc) observados e preditos pelo BR-CORTE 2016.

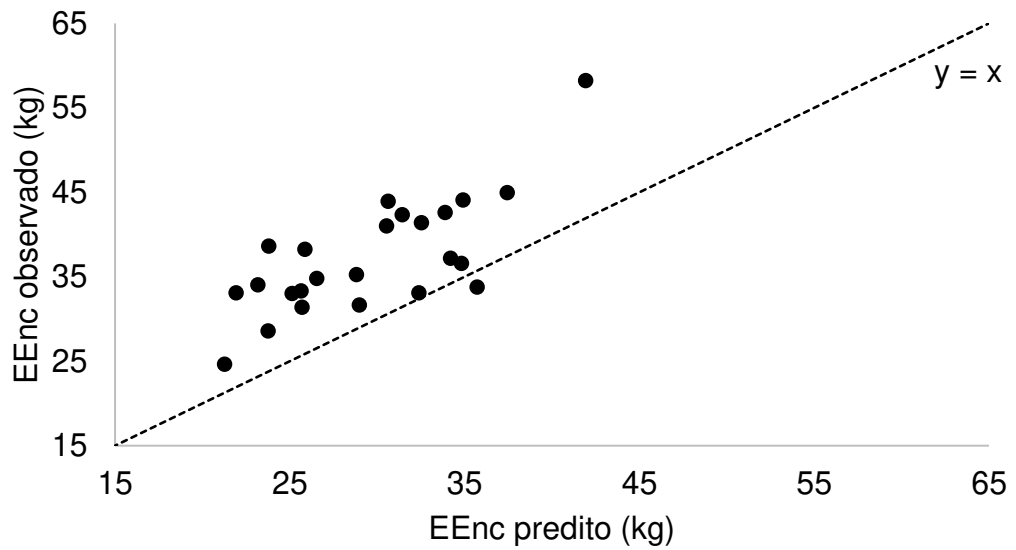


Figura 4. Relação entre os valores de extrato etéreo nos componentes não carcaça (EEnc) observados e preditos pelo BR-CORTE 2016.

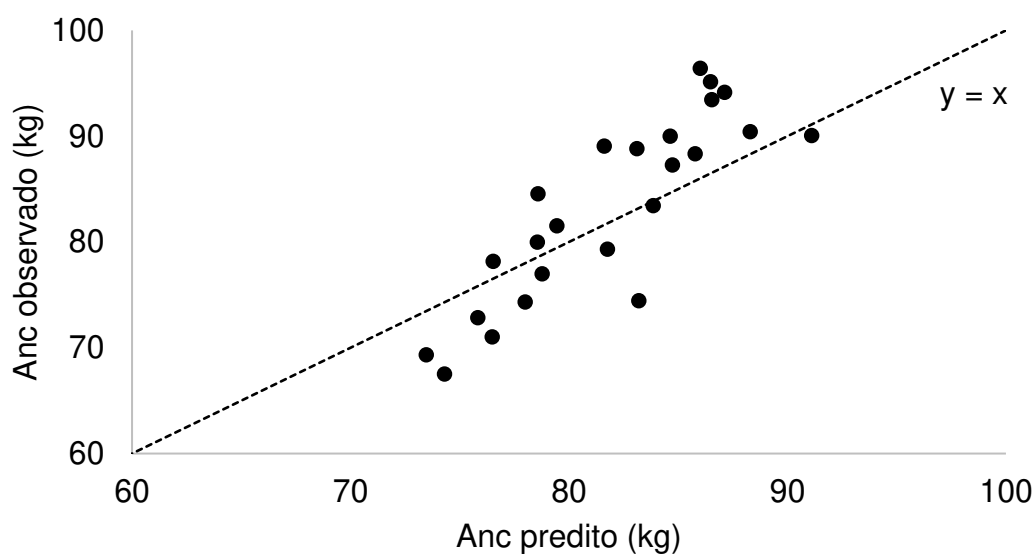


Figura 5. Relação entre os valores de água nos componentes não carcaça (Anc) observados e preditos pelo BR-CORTE 2016.

Relacionando a produção de calor (PC) com o consumo de energia metabolizável (CEM), foi obtida a equação:

$PC = 0,0728 e^{3,4647 \times CEM}$, em que PC = produção de calor (Mcal/PCVZ^{0,75}/dia), CEM = consumo de energia metabolizável (Mcal/PCVZ^{0,75}/dia).

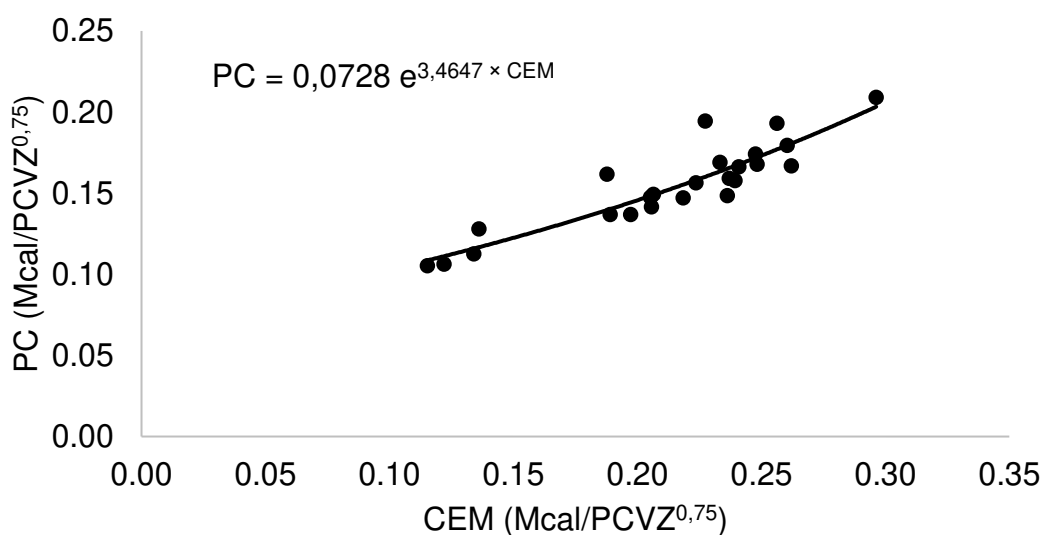


Figura 6. Relação entre o consumo de energia metabolizável (CEM) e a produção de calor (PC) de bovinos Nelore macho não castrados superprecoces.

O valor de energia líquida para manutenção (ELm) obtido para machos Nelore não castrados foi de 72,8 kcal/PCVZ^{0,75}/dia. Valadares Filho et al. (2016) sugeriram 74,9 kcal/PCVZ^{0,75}/dia. Menezes et al. (2016) e Costa e Silva et al. (2012) obtiveram valores de ELm de 72,5 e 75 kcal/PCVZ^{0,75}/dia respectivamente.

As exigências de energia metabolizável para manutenção (EMm) foram de 106,79 kcal/PCVZ^{0,75}/dia, valor obtido quando a PC se iguala ao CEM. Costa e Silva et al. (2012) e Menezes et al. (2016) encontraram valores de 113,84 e 109,03 kcal/PCVZ^{0,75}/dia, respectivamente. Aplicando os dados desse experimento nas equações proposta pelo BR-CORTE (2016) o valor obtido para EMm foi de 103,00 kcal/PCVZ^{0,75}/dia.

Já a exigência de energia líquida de ganho foi estimada pela seguinte equação: $ELg = 0,0512 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{0,9457}$, em que ELg é a exigência de energia líquida para ganho (Mcal/dia) e GPCVZ é o ganho de peso de corpo vazio (kg/dia).

A eficiência de uso da energia metabolizável pode ser dividida em manutenção (*km*) e ganho (*kg*) como proposto por vários sistemas (AFRC, 1993; NRC, 1996; CSIRO, 2007; BR-CORTE, 2016). O valor de *km* obtido pela razão entre ELm e EMm foi de 68,2%. Os valores de *km* reportados por Menezes et al. (2016) e Costa e Silva et al. (2012) são de 67,0%, valor semelhante ao obtido neste trabalho. A equação usada pelo BR CORTE (2016) seria: $Km = 0,513 + 0,173 \times kg + 100 \times GPCVZ$, e aplicando os dados desse experimento na mesma encontra-se um *km* de 67,2%.

O *km* pode ser afetado pelo nível de fibra dietética, o nível de consumo de energia metabolizável, a proporção de ácidos graxos absorvidos, o turnover protéico (Garrett, 1980), sexo, raça, idade, ambiente (CSIRO, 2007), e desempenho animal (Marcondes et al., 2010).

O valor de eficiência de ganho (*kg*) foi obtido baseado na regressão linear entre energia retida (ER) e consumo de energia metabolizável (CEM), e seu valor foi de 43,6% (Figura 7), superior a 34,4 e 33,0% obtidos por Menezes et al. (2016) e Costa e Silva et al. (2012), A equação usada pelo BR CORTE (2016) seria: $Kg = 0,327 / (0,539 + ERprot)$, em que ERprot = proporção de energia retida na forma de proteína e aplicando os dados desse

experimento na mesma encontra-se um *km* de 42,2%, valor semelhante ao obtido neste trabalho.

De acordo com Marcondes et al. (2013) a *kg* e GPCVZ são as variáveis que mais afetam o *km*. A maioria das informações referentes a estas variáveis foram obtidas através de experimentos envolvendo animais Nelore, porém não considerando animais superprecoces (Tedeschi et al., 2002; Chizzotti et al., 2007, 2008; Costa e Silva et al., 2015), sendo necessário conduzir mais experimentos com animais desta categoria.

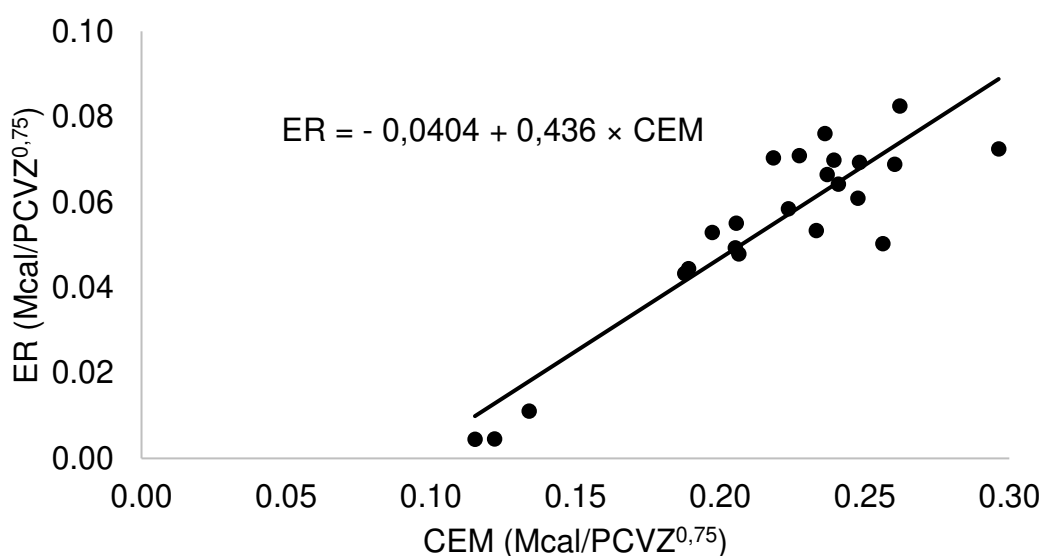


Figura 7. Relação entre a energia retida no corpo do animal (ER) e consumo de energia metabolizável (CEM) de bovinos Nelore machos não castrados superprecoces.

Ao relacionar o consumo de proteína metabolizável e o ganho de peso de corpo vazio dos animais desse experimento obteve-se a equação descrita na Figura 8.

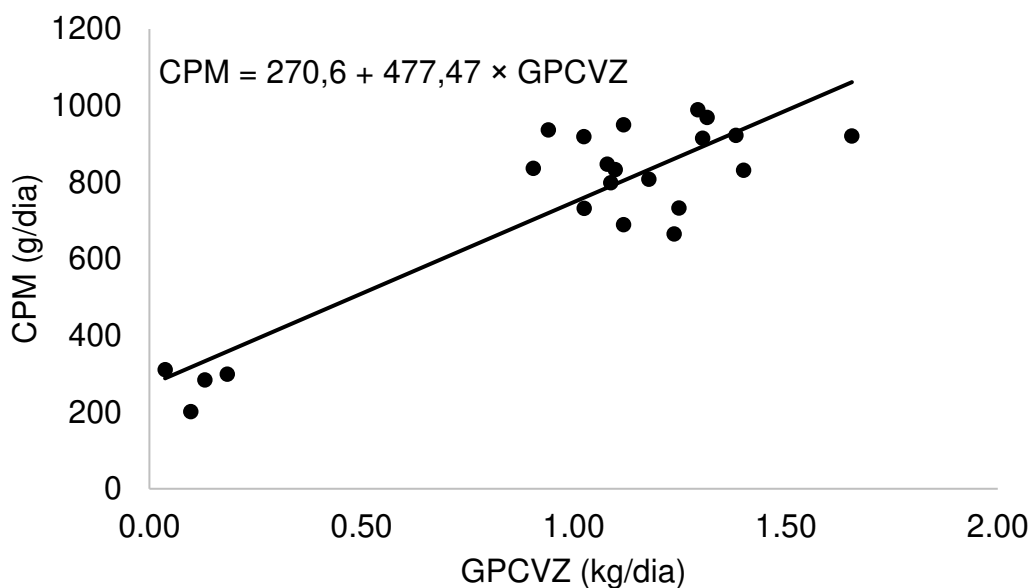


Figura 8. Relação entre o ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) em kg/dia e consumo de proteína metabolizável (CPM), em gramas/dia de bovinos Nelore machos não castrados superprecoces.

Ao dividir o intercepto encontrado na equação pelo PCVZ metabólico médio dos animais, de 77,71kg, o valor encontrado para a exigência de proteína metabolizável para manutenção (PMm), foi de 3,48 g/PC^{0,75}. Aplicando os dados desse experimento nas equações proposta pelo BR-CORTE (2016) o valor obtido para PMm foi de 3,60 g/PC^{0,75}.

A exigência de proteína líquida para ganho (PLg) em g/dia foi estimada pela seguinte equação:

$$PLg = 221,669 \times GPCVZ - 21,933 \times ER$$

A equação usada pelo BR CORTE (2016) seria: $PLg = 210,090 \times GPCVZ - 10,01 \times ER$.

As exigências de proteína de bovinos em fase de terminação são dependentes da mensuração da composição corporal dos animais, assim a exigência varia de acordo com o peso corporal, taxa de ganho de peso, raça, sexo e dieta. As exigências de PLg de animais em terminação são menores que as de animais em crescimento (Geay, 1984) pois estes últimos apresentam ainda deposição muscular em virtude do estágio em que se encontram.

Através da equação ajustada entre a proteína retida (PR) e consumo de proteína metabolizável (CPmet) obteve-se a eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho de peso de 27,46% (Figura 9)

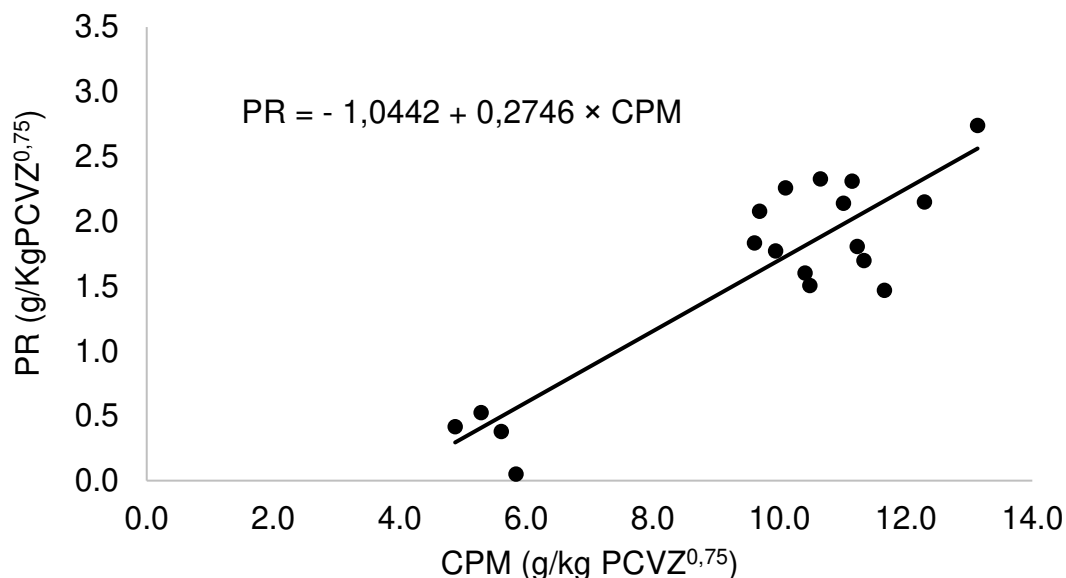


Figura 9. Relação entre a proteína retida (PR) e o consumo de proteína metabolizável (CPmet) de bovinos Nelore machos não castrados superprecoces.

O valor de 27,46% é inferior ao adotado pelo BR-CORTE (2016) de 47,4% e pelo NRC (2000) que preconiza 49,2%. Para se obter uma eficiência melhor geralmente são necessários compilar dados de vários experimentos em conjunto.

CONCLUSÃO

As exigências de energia líquida e metabolizável para manutenção de bovinos Nelore machos não castrados são de 72,8 e 106,79 kcal/PCVZ^{0,75}/dia, respectivamente. As exigências de energia líquida para ganho podem ser obtidas pela equação: ELg = 0,0512 x PCVZ^{0,75} x GPCVZ^{0,9457}.

As eficiências de uso da energia metabolizável para manutenção e para ganho de peso nessa categoria animal são de 68,2% e 43,6%, respectivamente.

As exigências de proteína metabolizável para manutenção são de 3,48 g/PC^{0,75}, enquanto as exigências líquidas de proteína para ganho de peso

podem ser obtidas através da equação $PLg = 221,669 \times GPCVZ - 21,933 \times ER$.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients: Report nº9. **Nutrition Abstracts and Reviews** (Series B) 62, 1993.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock**. London: Agricultural Research Council. The Gresham Press, 1980. 351p.

BARBOSA, A. M.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C.; PINA, D. S.; DETMANN, E.; LEÃO, M. I. Endogenous fraction and urinary recovery of purine derivatives obtained by different methods in Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, 89:510-519, 2011.

BORGES, A.L.C.C.; REIS E SILVA, R.; FERREIRA, A.L et al. Respirimetria e exigências nutricionais de zebuínos e cruzados de leite, em diferentes níveis de alimentação e estádios fisiológicos. In: **Tabelas brasileiras de exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados – BR-CORTE**. 3ª edição. Viçosa: UFV, Suprema Gráfica Ltda. 2016, 327p.

CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; TEDESCHI, L.O. et al. Energy and protein requirements for growth and maintenance of F1 Nellore X Red Angus bulls, steers, and heifers. **Journal of Animal Science**, v.85, n.8, p.1971-1981, 2007.

CHIZZOTTI, M.L.; TEDESCHI, L.O.; VALADARES FILHO, S.C. A meta-analysis of energy and protein requirements for maintenance and growth of Nellore cattle. **Journal of Animal Science**. v.86, n.7, p.1588-1597, 2008.

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

COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION – CSIRO. 2007. **Nutrients requirements of domesticated ruminants**. Collingwod, VIC: Commonwealth scientific and industrial research organization, 270p.

COSTA E SILVA L. F.; MARCONDES, M. I.; VALADARES FILHO, S. C.; RIBEIRO, A. M. F.; PRADOS, L. F.; NASCIMENTO, F. B.; GIONBELLI, M. P.; SANTOS, R. M. Prediction of non-carcass components in cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 41:907-1914, 2012.

COSTA E SILVA L. F.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; MARCONDES, M. I.; ROTTA, P. P.; PRADOS, L. F.; ZANETTI, D. Evaluation of equations to predict body composition in Nellore bulls. **Livestock Science**, 151:46–57, 2013.

COSTA E SILVA, L. F. **Mineral requirements for Nellore cattle and equations to predict milk yield and dry matter intake for lactating Nellore cows and suckling Nellore calves**. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 125 p, 2015.

COSTA E SILVA, L. F.; VALADARES FILHO, S. C.; ENGLE, T. E.; ROTTA, P. P.; MARCONDES, M. I.; SILVA, F. A. S.; MARTINS, E. C.; TOKUNAGA, A. T. Macromineral and trace element requirements for beef cattle. **PLoS ONE** 10(12): e0144464. 2015a.

COSTA E SILVA, L. F.; ENGLE, T. E.; VALADARES FILHO, S. C.; ROTTA, P. P.; VALADARES, R. F. D.; SILVA, B. C.; PACHECO, M. V. C. Intake, apparent digestibility, and nutrient requirements for growing Nellore heifers

and steers fed two levels of calcium and phosphorus. **Livestock Science**, 181:17–24. 2015b

DETMANN, E, SOUZA, M. A., VALADARES FILHO, S. C., QUEIROZ, A. C, et al. **Métodos para análises de alimentos**. 1 ed. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema Gráfica. 214p. 2012.

FULLER, W.A. **Measurement error models**. New York: John Wiley and Sons, 1987.

GARRETT, W.N. Factors influencing energetic efficiency of beef production. **Journal of Animal Science**, v.51, n.6, p.1434-1440, 1980.

GEORGE, S.K.; DIPU, M.T.; MEHA, U.R et al. Improved HPLC method for the simultaneous determination of allantoin, uric acid and creatinine in cattle urine. **Journal of Cromatography B**, 832, p. 134-137, 2005.

HANKINS, O. G.; HOWE, P. E. Estimation of the composition of beef carcasses and cuts. [T.B.]: United States Department of Agriculture, 1946. p.1-19 (**Technical Bulletin** - USDA, 926).

MARCONDES, M.I.; TEDESCHI, L.O.; VALADARES FILHO, S.C. Prediction of partial efficiency of use of metabolizable energy to net energy for gain. In Southern Section of American Society of Animal Science, 2010, Orlando, FL. **Anais**. Orlando, FL: American Society of Animal Science, 2010, p.28.

MARCONDES, M. I.; TEDESCHI, L. O.; VALADARES FILHO, S. C.; GIONBELLI, M. P. Predicting efficiency of use of metabolizable energy to net energy for gain and maintenance of Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, 91:4887–98, 2013

- MAYER, D. G., STUART, M. A. & SWAIN, A. J. (1994). Regression of real-world data on model output: an appropriate overall test of validity. **Agricultural Systems** 45, 93-104.
- MENEZES, A. C. B.; VALADARES FILHO, S. C.; COSTA E SILVA, L. F.; PACHECO, M. V. C.; PEREIRA, J. M. V.; ROTTA, P. P.; ZANETTI, D.; DETMANN, E.; SILVA, F. A. S.; GODOI, L. A.; RENNÓ, L. N. Does a reduction in dietary crude protein content affect performance, nutrient requirements, nitrogen losses, and methane emissions in finishing Nelore bulls? **Agriculture Ecosystem and Environment**. 223:239–249, 2016.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7th. ed. Washington, D.C.: 2000. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7th. ed. Washington, D.C.: 2001. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7th ed. Washington, DC: National Academy Press, 244 p, 1996.
- REID, J. T.; WELLINGTON, G. H.; DUNN, H. O. Some relationships among the major chemical components of the bovine body and their application to nutritional investigations. **Journal of Dairy Science**, 38:1344-1359, 1955.
- SANTOS, S.A.; ROTTA,P.P.; COSTA E SILVA, L.F. et al. Degradação ruminal da proteína dos alimentos e síntese de proteína microbiana. In: **Tabelas brasileiras de exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados – BR-CORTE**. 3ª edição. Viçosa: UFV, Suprema Gráfica Ltda. 2016, 327p.
- SILVA, L.F.C., VALADARES FILHO, S.C., CHIZZOTTI, M.L., et al. Creatinine excretion and relationship with body weight of Nelore cattle. **R. Bras. Zootec.**, v.41, n.3, p.807-810, 2012.

TEDESCHI, L.O.; BOIN, C.; FOX, D.G. Energy requirements for maintenance and growth of Nellore bulls and steers fed high-forage diets. **Journal of Animal Science**, v.80, n.6, p.1671-1682, 2002.

VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; PAULINO, P.V.R., et al. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados – BR CORTE**. 2 ed. Viçosa: UFV, Suprema Gráfica Ltda. 2010, 193p.

VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R., MAGALHÃES, K.A. 2006. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos – BR CORTE**. 1 ed. Viçosa: UFV, Suprema Gráfica Ltda. 142p.