

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE VETERINÁRIA**

**ANNA CAROLYNNE ALVIM DUQUE**

**EFICIÊNCIA ALIMENTAR E EXIGÊNCIAS  
NUTRICIONAIS DE ENERGIA DE NOVILHAS DA RAÇA  
GUZERÁ**

**Belo Horizonte - Minas Gerais**

**2016**

**ANNA CAROLYNNE ALVIM DUQUE**

**Eficiência alimentar e exigências nutricionais de energia de novilhas da  
raça Guzerá**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor (a) em Zootecnia.

Área de concentração: Nutrição Animal

Prof (a). Orientadora: Ana Luiza da Costa Cruz Borges

Prof. Co-orientador: Fernando César Ferraz Lopes

Prof. Co-orientador: Ricardo Reis e Silva

**Belo Horizonte - Minas Gerais**

**2016**

## Ficha catalográfica

Tese defendida e aprovada em dia 07 de junho de 2016 pela Comissão Examinadora  
constituída por:

Prof. (a) Ana Luiza da Costa Cruz Borges

Dr. Fernando César Ferraz Lopes

Dr. Thierry Ribeiro Tomich

Prof. Décio Souza Graça

Dr. Alexandre Ferreira Lima

Prof. Lúcio Carlos Gonçalves

Prof. Ricardo Reis e Silva

Ando devagar porque já tive pressa  
e levo esse sorriso porque já chorei demais  
Hoje me sinto mais forte, mais feliz quem sabe  
Só levo a certeza de que muito pouco eu sei, eu nada sei...

Penso que cumpri a vida seja simplesmente  
Compreender a marcha ir tocando em frente  
Como um velho boiadeiro levando a boiada eu vou tocando os dias  
Pela longa estrada eu  
Vou, estrada eu sou...

Todo mundo ama um dia, todo mundo chora  
Um dia a gente chega em outro vai embora  
cada um de nós compõe a sua história  
cada ser em si carrega o dom de ser capaz  
de ser feliz...

Conhecer as manhas e as manhãs  
o sabor das massas e das maçãs  
É preciso amor pra poder pulsar  
É preciso paz pra poder sorrir  
É preciso a chuva para florir...

Ando devagar porque já tive pressa  
levo esse sorriso porque já chorei demais  
cada um de nós compõe a sua história  
cada ser em si carrega o dom de ser capaz  
de ser feliz...

Almir Sater - Tocando em Frente

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais, que são força, inspiração e amor incondicional.

À minha irmã que me ensina a cada dia com a vida é sinônimo do amor.

Ao meu marido, Franklin, pela dedicação, paciência, afeto e companheirismo.

À Deus, que é fé!

E a cada um que mesmo sem saber me ensinou que a vida não é feita de planos, mas de viver o hoje como se não houvesse o amanhã.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL .....	14
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	15
Revisão de Literatura .....	15
1.1.Composição corporal .....	16
3.1.Proteína.....	21
3.1.1. <i>Turnover</i> proteico.....	22
3.2 Energia.....	23
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	32
Consumo, digestibilidade, desempenho e balanço de nitrogênio em novilhas da raça Guzera sob dois planos alimentares .....	32
RESUMO .....	32
ABSTRACT .....	33
INTRODUÇÃO .....	34
RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	38
CONCLUSÕES .....	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	49
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	53
Perfil metabólico de novilhas da raça Guzera em diferentes planos alimentares..	53
RESUMO .....	53
INTRODUÇÃO .....	55
MATERIAL E MÉTODOS.....	55
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	58
CONCLUSÕES .....	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	71
Produção de metano, partição energética e exigências nutricionais de novilhas da raça Guzera sob dois planos alimentares .....	71
RESUMO .....	71
ABSTRACT .....	72
INTRODUÇÃO .....	73
MATERIAL E MÉTODOS.....	73

RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	77
CONCLUSÕES .....	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81



## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 2

<b>Tabela 1-</b> Detalhamento dos grupos em cada fase experimental.....	35
<b>Tabela 2 -</b> Composição das dietas experimentais.....	36
<b>Tabela 3 –</b> Consumo de matéria seca (CMS), de nutrientes e de energia por novilhas da raça Guzerá na primeira fase, nos grupos 1 e 2 .....	39
<b>Tabela 4 –</b> Consumo de matéria seca (CMS), de nutrientes e de energia por novilhas da raça Guzerá na segunda fase, nos grupos 1 e 2 .....	40
<b>Tabela 5 –</b> Consumo de matéria seca (CMS), de nutrientes e de energia por novilhas da raça Guzerá do Grupo 1 na primeira (alimentação controlada) e segunda (alimentação <i>ad libitum</i> ) fases experimentais.....	41
<b>Tabela 6 -</b> Consumo de matéria seca (CMS), de nutrientes e de energia por novilhas da raça Guzerá do Grupo 2 na primeira (alimentação restrita) e segunda (alimentação <i>ad libitum</i> ) fases experimentais.....	42
<b>Tabela 7 –</b> Peso vivo inicial, peso vivo final e ganho de peso vivo no período, expressos em kg, ganho médio diário de peso, expresso em kg/dia e eficiência alimentar, expressa em kg de peso vivo ganho por kg de MS consumida de novilhas da raça Guzerá em diferentes planos de alimentação .....	44
<b>Tabela 8 –</b> Digestibilidade, expressa em g/kg, da matéria seca e de nutrientes das dietas oferecidas durante a primeira e a segunda fases, em novilhas da raça Guzerá.....	45
<b>Tabela 9 –</b> Digestibilidade, expressa em g/kg, da matéria seca e de nutrientes das dietas oferecidas ao grupo 1 e 2, durante a primeira e a segunda fases, em novilhas da raça Guzerá.....	46
<b>Tabela 10 -</b> Balanço aparente de nitrogênio (N) em novilhas da raça Guzerá durante a primeira e a segunda fases, comparando-se os grupos 1 e 2.....	47
<b>Tabela 11 -</b> Balanço aparente de nitrogênio (N) em novilhas da raça Guzerá nos dois grupos de alimentação, comparando-se as fases 1 e 2.....	50

### CAPÍTULO 3

<b>Tabela 1-</b> Detalhamento dos grupos em cada fase experimental.....	56
<b>Tabela 2 -</b> Composição das dietas experimentais.....	57

<b>Tabela 3</b> - Concentrações plasmáticas de glicose (mg/dL) e insulina (uIU/mL), de novilhas sob diferente planos alimentares.....	59
<b>Tabela 4</b> - Concentrações de $\beta$ -hidroxibutirato ( $\beta$ -HBO) e ácidos graxos não-esterificados (AGNE), colesterol total, colesterol HDL e triglicerídeos no plasma de novilhas sob diferentes planos alimentares.....	62
<b>Tabela 5</b> - Concentrações de proteína total, ureia e albumina no plasma de novilhas sob diferentes planos alimentares.....	64

## CAPÍTULO 4

<b>Tabela 1</b> - Detalhamento dos grupos em cada fase experimental.....	74
<b>Tabela 2</b> - Composição das dietas experimentais.....	76
<b>Tabela 3</b> - Balanço energético de novilhas da raça Guzerá sob dois planos nutricionais em função do tratamento experimental.....	77
<b>Tabela 4</b> - Produção de metano por novilhas da raça Guzerá alimentados sob dois planos alimentares.....	80
<b>Tabela 5</b> - Trocas gasosas e quociente respiratório de novilhas da raça Guzerá sob dois planos alimentares.....	80

**LISTA DE FIGURAS****Capítulo 1**

Figura 1. Curva de crecimiento animal.....16

**LISTA DE ABREVIATURAS**

AGL- Ácidos graxos livre

AGNE- Ácidos graxos não esterificados

CCNF- Consumo de carboidratos não fibrosos

CEB- Consumo de energia bruta

CED - consumo de energia digestível

CEE- Consumo de extrato etéreo

CEM - Consumo de energia metabolizável

CFDA- Consumo de fibra em detergente ácido

CFDN- Consumo de fibra em detergente neutro

CH<sub>4</sub> - Metano

CMO- Consumo de matéria orgânica

CMS- Consumo de matéria seca

CNDT- Consumo de nutrientes digestíveis totais

CNF- Carboidratos não fibrosos

CO<sub>2</sub> - Dióxido de carbono

CPB- Consumo de proteína bruta

EB - Energia bruta

EDTA- Ácido etilenodiaminatetracético

EE- Extrato etéreo

ELg – Energia líquida para o ganho

EM- Energia metabolizável

EPM- Erro padrão da média

ER – Energia retida

FDA- Fibra em detergente ácido

FDN – Fibra em detergente neutro

FDN<sub>dig</sub>, Fibra insolúvel em detergente neutro digerida

FDN<sub>ing</sub> - Fibra insolúvel em detergente neutro ingerida

GMD- Ganho médio diário

GPCVZ- Ganho de peso de corpo vazio desejado

MO- Matéria orgânica

MO<sub>dig</sub> - Matéria orgânica digerida

MO<sub>ing</sub> - Matéria orgânica ingerida

MS- Matéria seca

MSdig - Matéria seca digerida

MSing - Matéria seca ingerida

N- Nitrogênio

NDT- Nutrientes digestíveis totais

O<sub>2</sub> - Oxigênio

PB- Proteína bruta

PC - Produção de calor

PCVZ- Peso de corpo vazio

PCVZeq- Peso de corpo vazio equivalente

PLg- Proteína líquida para ganho

PV- Peso vivo

PVf- Peso vivo final

PVi- Peso vivo inicial

PVJ- Peso vivo em jejum

q - Metabolizabilidade

QR - Quocientes respiratórios

QRa - quociente respiratório em animais alimentados

QRj - quociente respiratório em animais em jejum

β-HBO- β-hidroxibutirato

## INTRODUÇÃO GERAL

O sistema de produção de bovinos de corte no Brasil baseia-se na exploração de pastagens tropicais. O desempenho dos animais está associado à disponibilidade de nutrientes na forrageira ofertada, que por sua vez tem sua produção influenciada pela sazonalidade climática.

Uma característica marcante do clima tropical é possuir duas estações climáticas bem marcadas, uma estação seca, com menor quantidade e qualidade de forragem disponível, e uma estação das águas, com maior quantidade e qualidade de forragens. Os pecuaristas utilizam-se de ferramentas de manejo para tentar adequar o ciclo produtivo dos animais a essa sazonalidade. Uma delas é o ganho compensatório, que definido com um ganho de peso acima do esperado quando o animal tem alimento em quantidade e qualidade disponível, que seria o início da estação das águas, após um período de restrição, que seria o período da seca. O aumento do consumo de matéria seca, da eficiência alimentar, e menor exigência nutricional de manutenção são as principais explicações do ganho compensatório. Entretanto, permanecem dúvidas quanto à duração deste período de compensação, e que tipo de restrição promoveria melhores resultados.

De acordo com Oliveira et al. (2014), o crescimento compensatório foi uma denominação proposta por Bohman (1955), referindo-se ao fenômeno manifestado em mamíferos e aves que, após o término de período de restrição alimentar suficiente para deprimir o crescimento contínuo reiniciam uma alimentação adequada, apresentando taxa de crescimento acima do normal. Porém, o ganho compensatório pode ser definido como sendo um ganho mais acelerado que o normal, apresentado pelos animais após período no qual o crescimento foi abaixo daquele esperado em face de seu potencial genético (Lawrence e Fowler, 1997).

Park et al. (1988) demonstraram que associada à essa regulação ocorrem alterações no *status* endócrino, na composição dos tecidos e dos órgãos, e aumento da eficiência total do crescimento animal. A restrição alimentar produz respostas na regulação do consumo, assim como, aumento da eficiência da utilização de energia por meio da redução no requerimento para manutenção por depressão da taxa metabólica basal.

A alimentação de bovinos durante a estação seca pode ser mais eficiente se levar em conta o ganho de peso na estação chuvosa subsequente. O ganho compensatório se faz presente nos sistemas de criação brasileiros, seja de maneira natural, por meio da sazonalidade climática, ou induzido, por meio de diferentes estratégias de suplementação. Essa ferramenta de manejo tem sido utilizada há anos na recria de machos. Na recria de fêmeas, entretanto, a utilização do ganho compensatório poderia ser melhor explorada para reduzir a idade ao primeiro parto.

Objetivou-se estudar o consumo, a digestibilidade, a eficiência alimentar, o perfil metabólico, e as exigências nutricionais de novilhas Guzerá submetidas a diferentes planos nutricionais.

## **CAPÍTULO 1**

### **Revisão de Literatura**

#### **1. Fisiologia do crescimento**

O crescimento animal é um processo natural, resultado do aumento do tamanho corporal até o alcance da maturidade. Nos rebanhos de bovinos de corte em geral, o crescimento é avaliado por medida dos pesos em idades padrão ou dos ganhos de peso em determinados intervalos de tempo. O modelo teórico, representado pela curva sigmóide, apresentado na figura 1, expressa o crescimento animal. Segundo este modelo, no estágio inicial de crescimento a taxa de ganho de peso aumenta até o animal alcançar a puberdade, sendo que a partir deste momento ocorre uma diminuição na taxa de ganho de peso, até sua estabilidade na idade adulta (Owens et al., 1993).

Segundo Lawrence e Fowler (1997), a velocidade de crescimento dos diferentes tecidos do corpo é variável em função da fase de crescimento e da maturidade fisiológica do animal. O tecido ósseo inicialmente apresenta maior impulso de crescimento em animais jovens, enquanto o tecido adiposo tem maior crescimento em animais adultos, e o tecido muscular em idade intermediária (Berg et al., 1978).

Animais comportam-se de forma distinta com relação à sua taxa de crescimento e composição do ganho de peso. O conhecimento do padrão de deposição dos principais constituintes corporais permite tomar uma série de decisões gerenciais de grande impacto econômico no âmbito dos diferentes sistemas de produção animal (Paulino et al., 2009).

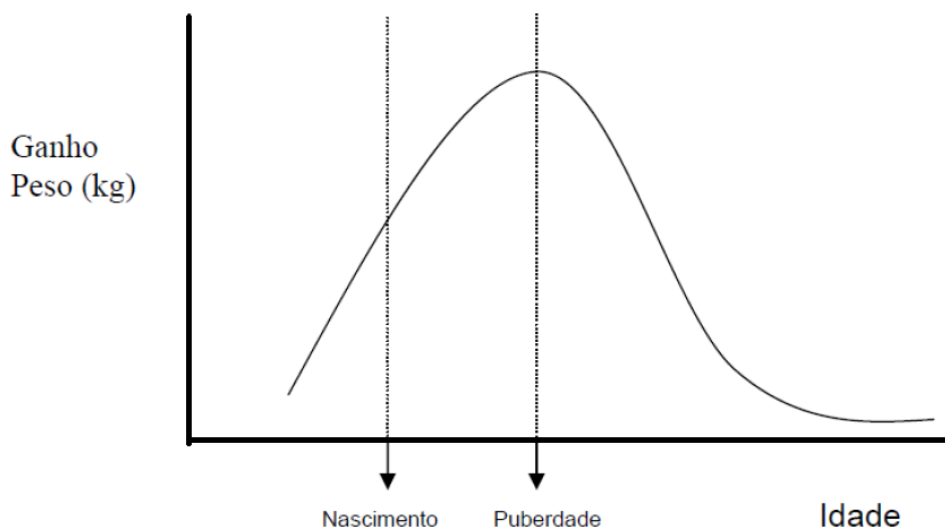


Figura 1. Curva de crescimento animal (Adaptado de Owens et al., 1993)

Vale ressaltar que durante o crescimento, há um aumento da massa dos tecidos corporais pela produção e multiplicação de novas células - hiperplasia, e um aumento do tamanho das células – hipertrofia (Owens et al., 1993). Animais com hipertrofia muscular apresentam, geralmente, maiores rendimento de carcaça e da relação músculo : osso.

A proporção e a velocidade com que os tecidos se acumulam no corpo influenciam o ganho de peso vivo, a eficiência alimentar, a composição corporal e, conseqüentemente, as exigências nutricionais (Shahin et al., 1993). Diferenças na musculatura e composição da gordura podem modificar a proporção dos tecidos metabolicamente ativos e alterar as relações entre as exigências de manutenção e ganho de peso (Koong et al., 1985).

### 1.1 Composição corporal

A determinação da composição corporal de bovinos é importante em estudos de nutrição animal para avaliar dietas e o crescimento animal. Pela composição corporal é



possível identificar alterações na composição do crescimento, em função de diversos fatores como raça, peso, sexo, e composição da dieta, e ainda, determinar a eficiência e as exigências nutricionais de diferentes categorias de animais, bem como avaliar os eventuais efeitos de compostos modificadores do metabolismo (Henrique et al., 2003).

A mensuração da composição corporal dos animais permite a determinação das exigências nutricionais dos diversos nutrientes, como proteína, energia e minerais. A composição química do corpo do animal em momentos distintos permite conhecer a energia retida (ER) pelo ganho de peso e, conseqüentemente, a energia líquida para o ganho (ELg). O método de determinação de exigências nutricionais proposto por Lofgreen e Garret (1968) foi baseado na técnica do abate comparativo para determinação da energia retida no corpo de animais alimentados em diferentes níveis de ingestão de nutrientes.

Os componentes químicos do corpo (água, proteína, gordura e minerais) estão ligados diretamente ao crescimento, bem como à composição física (tecidos muscular, ósseo e adiposo). Há de se notar que ambos são influenciados por diversos fatores como idade, peso, raça, sexo e nível nutricional, afetando as exigências nutricionais de energia e proteína (Pires et al., 1993). Em vista disso, é relevante que métodos rápidos e econômicos para estimativa da composição física e química da carcaça e/ou do corpo do animal sejam acessíveis (Véras et al., 2001).

O nível nutricional e modificações no manejo alimentar do animal submetendo-o a períodos de restrição alimentar e ganho compensatório mostram grande influência na sua composição corporal. Uma das razões para o incremento na deposição de proteína corporal no início da realimentação é a necessidade de aumento do trato gastrointestinal e do fígado para metabolizar maior quantidade de nutrientes que o animal possa ingerir (Ryan, 1990). Uma vez atingido o equilíbrio, o animal tende a acompanhar a sua curva de crescimento normal, tanto no sentido de crescimento corporal (tamanho) quanto no de composição corporal.

A composição corporal, em animais de mesmo peso e com grande proximidade genética, pode variar em função da presença de períodos de restrição alimentar. Existem trabalhos mostrando que animais realimentados após passarem por período de restrição apresentaram aumentos nos teores de proteína (Cartens et al., 1991) e de gordura corporal (Abdalla et al., 1988), bem como composição do ganho semelhante (Fox et al., 1972; Rompala et al., 1985) à de animais idênticos que não passaram por restrição quando a comparação foi feita sob o mesmo peso de abate.

Aparentemente, o grau de maturidade na qual a restrição alimentar foi imposta é um dos principais fatores que afetam a composição corporal sob mesmo peso de abate. Os trabalhos que relataram aumento da deposição de proteína corporal (Cartens et al., 1991), utilizaram animais com idade inicial de 8 a 9 meses, enquanto que aqueles que encontraram aumento da deposição de gordura utilizaram animais com 1 a 2 anos de idade (Abdalla et al., 1988). Nos trabalhos em que não houve diferença na composição corporal foram utilizados animais pesando 240 kg de peso vivo inicial (Fox et al., 1972; Rompala et al., 1985).

Quanto ao efeito do sexo, as principais diferenças na condição corporal são atribuídas à diferença na deposição do tecido adiposo. Fêmeas apresentam maior proporção de gordura no ganho de peso em relação a machos castrados, e estes em relação aos animais inteiros. Este comportamento se reflete nas concentrações de energia corporal e nas respectivas exigências energéticas para ganho (Véras, 2000). Fontes (1995) avaliou dados de vários experimentos com animais castrados e não-castrados, e concluiu que os primeiros eram menos exigentes em proteína e mais exigentes em energia para ganho de peso do que os inteiros.

O valor pago pelo animal ao abate no Brasil baseia-se no rendimento de carcaça, e alguns fatores nutricionais possuem grande influência neste parâmetro, como a ausência ou pequena participação de fibras longas na dieta, que certamente altera o peso do conteúdo gastrointestinal (Lawrence e Fowler, 1997). A deposição de gordura no bovino ocorre primeiro na região cavitária (renal, pélvica e cardíaca), em seguida no tecido subcutâneo e espaço intermuscular e, por último, no espaço intramuscular (gordura de marmoreio) (Pinho, 2009). Esta última é de grande interesse para a qualidade sensorial e nutricional da carne (Di Marco et al., 2007).

Segundo Marcondes et al. (2010), o peso à maturidade sempre foi correlacionado ao peso estável da vaca adulta de determinada raça. A aplicação desse valor para animais em crescimento pode não proporcionar resultados satisfatórios, uma vez que algumas raças, como as continentais europeias, atingem o peso à idade adulta muito acima do peso normalmente preconizado no mercado nacional para abate de bovinos.

## **2. Ganho compensatório**

No Brasil, o cenário mais comum é o de animais criados extensivamente, sendo que no período seco do ano estes animais estão sujeitos a variados níveis de restrição alimentar devido à sazonalidade da produção das forrageiras, comprometendo o crescimento contínuo dos mesmos (Mota, 2015). Para Boin e Tedeschi (1997) e Pacheco et al. (2005), uma perturbação nutricional seria qualquer redução em qualidade e/ou quantidade na alimentação, acarretando um crescimento abaixo do normal. De acordo com Owens et al. (1993), uma maior taxa de crescimento e de eficiência de conversão alimentar dos animais após uma restrição alimentar, tanto por qualidade e/ou quantidade, é denominado ganho compensatório.

O animal quando alimentado *ad libitum* com dieta equilibrada e de boa qualidade, de modo a atender suas exigências nutricionais, apresenta crescimento linear até determinado peso. Contudo, para Allen (1990), em condições normais de produção, a curva de crescimento não será linear em função das variações do meio.

O ganho compensatório, por sua vez, faz parte dos recursos homeostáticos dos animais, manifestado em mamíferos e aves (Ben Salem e Smith, 2008), que possibilita maior sobrevivência dentro da faixa de equilíbrio biológico, em ambientes de grande variabilidade, como em situações em que os animais são expostos a estresse nutricional com determinada intensidade por algum tempo ou quando é permitido ao animal acesso a condições de alimentação superior ao costumeiramente praticado.

Diversos autores concordam com os elementos que influenciam no restabelecimento do peso vivo durante o ganho compensatório, citando nos trabalhos: a idade, severidade e a extensão, a duração da recuperação, a taxa de ganho e a qualidade do alimento durante a recuperação do peso perdido (Nicol e Kitessa 1995; Di Marco 1998; Almeida et al., 2011).

Todavia, pode haver por parte do animal uma compensação completa ou parcial. Na completa, a taxa de ganho do crescimento compensatório compensa inteiramente o menor desempenho do período de restrição. Já na parcial, a taxa de ganho não compensa o peso vivo perdido no período de restrição (Ryan, 1990). Bail et al. (2000) concluíram que uma restrição alimentar qualitativa antes da fase de terminação em confinamento promoveu respostas positivas no ganho de peso, no consumo e na eficiência alimentar.

Vários mecanismos no organismo animal tanto químicos e físicos, como também fisiológicos, são modificados durante esse período de restrição e pós restrição, os quais podem afetar a composição desse ganho para o animal (Sainz et al., 1995). Exemplo para tal efeito do ganho compensatório em função do peso pode ser devido somente ao

aumento do crescimento do fígado e da redução no peso do trato gastrointestinal, a fim de adequar o metabolismo basal para a fase de restrição (Sainz, 1998).

Fontes et al. (2007) avaliaram por período de 104 dias, dois grupos de novilhos Holandês x Gir, com idade inicial de 19,3 meses e 202 kg de peso vivo, submetidos ou não à restrição e alimentar, sendo o período de realimentação realizado em confinamento. Observou-se que os animais submetidos à restrição alimentar ganharam mais peso na fase inicial do período de realimentação, porém esse maior ganho foi em componentes não carcaça. Da mesma forma, Sainz (1998) encontrou peso 28% maior nos compartimentos do estômago de animais que passaram por restrição alimentar (forragem de baixo valor nutritivo) em relação àqueles alimentados com concentrado.

De acordo com Church (1988), os animais sempre tendem a sofrer determinadas alterações quando encontra alguma alteração na ingestão de alimentos. Tal adaptação pode ser verificada no tamanho do trato gastrointestinal e na capacidade de absorção de seu epitélio, bem como na capacidade do fígado na absorção de nutrientes. As respostas de ganho compensatório irão depender da extensão da utilização de reservas corporais e dos demais tecidos como o muscular, mas também do comprometimento fisiológico decorrente da restrição alimentar.

Costa et al. (2007) avaliaram o crescimento compensatório de 20 novilhas da raça Pardo-Suíça, com peso inicial de 200 kg aos cinco meses de idade. Os animais foram divididos em dois grupos: período de restrição energética (90 dias) e período de realimentação (60 dias). Os autores observaram que as novilhas em crescimento compensatório apresentaram maior ganho de peso diário ao 135º e 150º dias do período experimental, em comparação às do sistema convencional. Eles concluíram que o manejo para crescimento compensatório com restrição energética de 25% de energia metabolizável (EM), recomendada pelo NRC (2001), durante o primeiro período, e o elevado consumo de matéria seca (MS) durante o segundo período, não promoveu aumento na eficiência de conversão da MS e da EM consumida em ganho de peso diário e, conseqüentemente, não ocasionou incremento no balanço de nitrogênio dos animais.

O desempenho produtivo é influenciado pela digestibilidade, palatabilidade, aceitação e consumo do alimento, bem como pelo metabolismo basal do animal. Entre os fatores que determinam a qualidade dos alimentos, o consumo é o fator de maior importância, com relevante influência sobre o desempenho animal (Mertens, 1994). Nicol e Kitessa (1995), em sua revisão sobre ganho compensatório em bovinos, verificaram que 60% da variação no ganho de peso vivo não recuperado foi associada à

severidade da restrição alimentar à qual os animais foram submetidos. Além disso, o peso vivo recuperado e a porcentagem de recuperação foram associados aos fatores ocorridos durante o período de realimentação.

Destaca-se que elevados ganhos de peso vivo são obtidos no período de realimentação se a restrição intensa for imposta a bovinos com idade maior e com período de recuperação suficientemente longo para permitir a compensação total destes animais em relação aqueles que não sofreram restrição alimentar.

Saubidet e Verde (1976) observaram que a idade e o peso vivo verificados no início do período de restrição alimentar responderam, respectivamente, por 65% e 43% da variação do ganho compensatório. Estes dois fatores conjuntamente responderam por 73% da variação, evidenciando assim a importância do fator idade na resposta ao ganho compensatório em bovinos.

Di Marco (1994) e Lawrence e Fowler (1997) sugeriram que quanto mais jovem for o animal no início do período de restrição alimentar, menos evidente será a manifestação do ganho compensatório.

### **3. Exigências nutricionais para ganho de peso**

#### **3.1 Proteína**

A proteína é um dos nutrientes mais nobres para os seres vivos, estando envolvida em funções vitais diversas no organismo, tais como: crescimento e reparo dos tecidos, catálise enzimática, transporte e armazenamento, movimento coordenado, sustentação mecânica, proteção imunitária, geração e transmissão de impulsos nervosos, controle do metabolismo, do crescimento e da diferenciação celular (Marcondes et al., 2010). A necessidade proteica dos ruminantes é atendida por meio de aminoácidos absorvidos no intestino delgado, bem como pela contribuição da proteína microbiana sintetizada.

Segundo o sistema BR-CORTE (Marcondes et al., 2010), um bovino Nelore inteiro de 400 kg, com ganho médio diário de 1 kg, utiliza 51% da proteína metabolizável total como proteína metabolizável de manutenção, demonstrando a importância do correto atendimento dessa fração. Entretanto, os estudos envolvendo exigências nutricionais de proteína para manutenção são escassos, embora exista

abundância de dados envolvendo as exigências de proteína para ganho (Carvalho et al., 2003).

As exigências líquidas de proteína para crescimento e terminação são dependentes do conteúdo de matéria seca livre de gordura no ganho de peso. Desta forma, sua determinação é dependente da mensuração da composição corporal dos animais, variando assim com o peso vivo, taxa de ganho de peso, raça, sexo, efeitos dietéticos e manejo nutricional (Fox e Black, 1984). O NRC (2000) sugere uma equação para estimar os requerimentos líquidos de proteína para ganho, relacionando o ganho de proteína não só com a energia retida, mas com a proporção de energia no ganho.

A nova proposta de exigências líquidas de proteína para ganho (PLg), utilizando o banco de dados atualizado do BR-CORTE, apresentou efeito de grupo genético e condição sexual sobre o modelo, contudo não foram observadas diferenças entre animais castrados ou fêmeas, independente do grupo genético (Marcondes et al., 2010). Tal diferenciação baseia-se no nível de testosterona circulante sobre a deposição de proteína no ganho, ou seja, animais inteiros têm maior potencial de crescimento, mas também maiores exigências de PLg.

### 3.1.1. *Turnover* proteico

A taxa de síntese muscular eleva a taxa de reciclagem proteica (ou *turnover*), sendo amplamente dependente da composição do ganho que, por sua vez é dependente do estágio de maturidade do animal, do peso vivo do animal e pode ter influência sobre a taxa de *turnover* proteico e o balanço de nitrogênio (Heiderich, 2014). O termo *turnover* proteico é utilizado para quantificar os processos de síntese e de degradação da proteína num determinado período de tempo. Nos estados anabólicos (crescimento), a síntese é superior à degradação proteica, sendo, no entanto, inferior nos estados catabólicos (restrição de nutrientes).

No organismo, não há reserva de proteína ou de aminoácidos livres, sendo que qualquer quantidade acima das necessidades para a síntese proteica celular e de compostos nitrogenados não proteicos é metabolizada. No entanto, na célula, existe um *pool* metabólico de aminoácidos em estado de equilíbrio dinâmico que pode ser utilizado quando necessário. O contínuo estado de síntese e degradação de proteínas, *turnover* proteico, é necessário para manter esse *pool* metabólico e a capacidade de satisfazer à demanda de aminoácidos nas várias células e tecidos do organismo, quando essas são estimuladas a sintetizar novas proteínas para determinada função. Além disso, os aminoácidos podem, isoladamente, atuar como precursores de ácidos nucleicos,

hormônios e outras moléculas de relevância fisiológica. No entanto, é necessário salientar que a função principal dos aminoácidos diz respeito ao mecanismo de síntese proteica.

Os aminoácidos liberados em excesso, oriundos da proteólise tecidual intensa, são reutilizados e têm numerosos destinos. Além da síntese proteica já citada, que é a prioridade do organismo, a cadeia carbônica pode ser utilizada como fonte de energia ou convertida em glicose (gliconeogênese). Por outro lado, o grupo amina, que é tóxico para o organismo, é convertido em ureia no fígado para, posteriormente, ser eliminada na urina. Em casos extremos de desnutrição proteica ou em estados catabólicos, o organismo recorre a mecanismos adaptativos, os quais são regulados pela presença de nutrientes ou de hormônios - tanto anabólicos quanto catabólicos - com a finalidade de preservar a massa proteica. A necessidade de ingestão de proteínas e de aminoácidos varia em função das condições fisiológicas dos indivíduos.

O músculo esquelético possui três grupos de proteínas, classificadas de acordo com a sua solubilidade e localização no tecido muscular: proteínas sarcoplasmáticas (30 a 35% da proteína muscular), proteínas miofibrilares (55 a 60% da proteína muscular), e proteínas do estroma (10 a 15% da proteína muscular). As proteínas miofibrilares, além de constituírem a maior classe de proteínas do músculo esquelético, são responsáveis pelas propriedades contráteis do mesmo, e, portanto, estudos sobre o crescimento e *turnover* muscular se concentram nas mesmas.

Nos bovinos, de acordo com McCarthy et al. (1983), mais de 93% do total de 3-metil-histidina, é oriundo do músculo esquelético, sendo essa excreção um índice *in vivo* da degradação proteica muscular. A maturidade ou aumento do peso corporal diminui gradativamente a síntese de proteína muscular, alternando a composição corporal e diminuindo a porcentagem de músculo no corpo, o que poderá alterar a taxa de *turnover* e a excreção de compostos nitrogenados por unidade de peso.

Conforme Backes et al. (2005), o acréscimo do peso vivo de um animal com idade maior que um ano, favorece decréscimo na proporção de proteína e aumento na de gordura no peso de corpo vazio, em função do menor crescimento muscular e do maior desenvolvimento do tecido adiposo. Em decorrência, ocorre aumento nas exigências de energia e uma redução das exigências de proteína, concomitantemente.

### 3.2 Energia

Segundo o NRC (1996), as exigências de energia variam em função do peso do animal, raça, sexo, idade, ambiente, estado fisiológico e nutrição prévia. A energia de manutenção consiste na energia necessária para os processos ou funções associadas à regulação da temperatura corporal, aos processos metabólicos essenciais e à atividade física, também definida como a quantidade de energia dos alimentos consumidos, que não resulta em ganhos ou perdas de peso corporal.

Lofgreen e Garret (1968) definiram a exigência líquida de ganho (ELg) como sendo a energia depositada no ganho, que segundo o NRC (1996), consiste na quantidade de energia depositada na forma de proteína e gordura, sendo que esses nutrientes possuem, respectivamente, valores calóricos iguais a 5,6 kcal/kg e 9,4 kcal/kg.

O ganho de peso do animal ocorre quando as taxas de síntese de proteínas e de gordura excedem sua própria degradação. Isto ocorre em animais com balanço energético positivo, ou seja, a quantidade de energia metabolizável ingerida deve ser maior do que a saída de calor (Di Marco, 1998). Segundo Berndt (2000), a eficiência de crescimento de animais de corte é dependente de duas características básicas: a taxa de ganho e a composição química dos tecidos depositados. Quanto maior a taxa de ganho, maior a eficiência de conversão em função da diluição das exigências de manutenção, que podem variar em função do peso, raça, sexo e idade (NRC, 1996). A eficiência energética para síntese de proteína e de tecido adiposo determina boa parte da variação na eficiência líquida de utilização da energia. A síntese de gordura é energeticamente mais eficiente (60 a 80%) que a de proteína (10 a 40%) (Freitas et al., 2006b).

O sistema empregado para determinar as exigências de energia de bovinos em crescimento fundamenta-se na premissa que estes apresentam composição corporal equivalentes para o mesmo grau de maturidade.

Em trabalho com bovinos Nelore e animais cruzados (Nelore x Simental; Nelore x Angus; Nelore x Pardo- Suíço), Freitas et al. (2006a) observaram que os dois grupos utilizaram a energia para a manutenção e crescimento com a mesma eficiência. Ainda, a redução nas exigências de EMg por unidade de peso de corpo vazio, em função do peso corporal, indica maior eficiência de utilização da EM com a elevação do peso. Juntamente com a exigência de energia, devem ser consideradas as necessidades de proteína para manutenção e crescimento.

Segundo o NRC (1996), a relação entre energia e proteína pode ser expressa pela proporção entre energia da dieta e a produção de proteína bruta microbiana, sendo



a eficiência de síntese de proteína bruta microbiana estimada em 13% dos nutrientes digestíveis totais (NDT) presentes na dieta. Dessa forma, a necessidade de proteína é estabelecida em função da taxa de energia e do consequente ganho de peso.

Considerando os dados das Tabelas Brasileiras de Exigências Nutricionais para Zebuínos - BR-CORTE (Marcondes et al., 2010), os quais foram obtidos a partir de 25 estudos realizados em condições brasileiras, com 626 animais sob regime de confinamento e 127 em condições de pastejo, não foi observado efeito do grupo genético ou sexo ( $P > 0,05$ ) sobre a relação entre peso de corpo vazio (PCVZ) e peso vivo em jejum (PVJ), ambos expressos em kg, como pode ser demonstrado pelas respectivas equações apresentadas a seguir:

- Confinamento:  $PCVZ = 0,895 \times PVJ$
- Pasto:  $PCVZ = 0,863 \times PVJ$

Valadares Filho et al. (2006) e o NRC (2000) apresentam valores fixos, de 0,896 e 0,891, para a relação PVJ/PCVZ, respectivamente. Entretanto, o NRC (2000) reporta que essa relação poderia variar de 85 a 95%. Chizzotti et al. (2008) relataram relação PVJ/PCVZ de acordo com a equação:  $PCVZ = -15,6 + 0,928 \times PVJ$  (dados obtidos por meta-análise). Animais cruzados apresentam maior GPCVZ em relação a animais Nelore. Valadares Filho et al. (2006) sugeriram valor de 0,933 (Nelore) e o NRC (2000), o valor de 0,951 (animais Europeus). Chizzotti et al. (2008), avaliando puros e cruzados, sugerem valor de 0,961 como valor médio.

O NRC (2000) estima as exigências de energia líquida para ganho (ELg) a partir do peso de corpo vazio equivalente (PCVZeq) e do ganho de peso de corpo vazio desejado (GPCVZ), sendo  $ER = 0,0635 \times PCVZeq^{0,75} \times GPCVZ^{1,097}$ , considerando como base um novilho castrado de 478 kg e 28% de gordura corporal. Ainda, recomenda-se aplicar o fator de 18% a mais em fêmeas e 18% a menos em machos inteiros, para se obter as exigências de ELg (Chizzotti et al., 2008). Para realizar correção similar, Chizzotti et al. (2008) recomendam utilizar a equação:  $ELg = a \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,070}$ , onde “a” equivale a 0,0514 para machos inteiros; 0,0700 para machos castrados; e 0,0771 para fêmeas.

O efeito da raça sobre as exigências de energia para ganho pode ser atribuído aos diferentes pesos adultos e precocidade de deposição de gordura. Os diferentes pesos à maturidade das raças determinarão diferentes graus de maturidade de animais com mesmo peso absoluto. Dessa forma, para animais de mesmo peso absoluto e à mesma

taxa de ganho em peso, são esperadas maiores concentrações energéticas no ganho de animais de raças de maturidade mais tardia.

Considerando as equações, as exigências para ganho de zebuínos puros e cruzados são um pouco inferiores às de taurinos puros, devido ao menor teor de gordura na carcaça e menor teor de gordura no GPCVZ.

Para converter as exigências de energia líquida em exigências de energia metabolizável para ganho de peso, torna-se necessário conhecer a eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso ( $k_g$ ). O  $k_g$  pode ser definido como o coeficiente de inclinação da regressão da ER em função do CEM para ganho. Entretanto, observa-se alta variação dos valores de  $K_g$  entre experimentos. Valadares Filho et al. (2006) determinou valores para  $k_g$  de 0,35 (dieta de baixa energia) e 0,47 (dieta de elevada energia).

O acúmulo de energia no corpo vazio ocorre através da deposição de proteína e gordura. A eficiência de deposição de energia na forma de gordura é superior à de proteína (Owens et al., 1995). Dessa forma, a eficiência com que a energia é retida no corpo depende das proporções de energia retidas na forma de proteína e de gordura, e, como essas proporções são variáveis,  $k_g$  pode não ser constante. Assim, a estimativa de  $k_g$  deve ser baseada na composição do ganho.

#### **4. Referências bibliográficas**

ABDALLA, H.O.; FOX, D.G.; THONNEY, M.L. Compensatory gain by Holstein calves after underfeeding protein. **Journal of Animal Science**, v.66, p.2687-2695, 1988.

ALLEN, D. **Planned beef production and marketing**. Londres: St. Edmundsbury Press, 1990. 232p.

ALMEIDA, T.R.V.; PEREZ, J.R.O.; CHLAD, M. et al. Desempenho e tamanho de vísceras de cordeiros Santa Inês após ganho compensatório. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.616-621, 2011.

BACKES, A.A.; PAULINO, M.F; ALVES, D.D. et al. Composição Corporal e Exigências Energéticas e Proteicas de Bovinos Mestiços Leiteiros e Zebu, Castrados, em Regime de Recria e Engorda. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p.257-267, 2005.

BAIL, C.A.T.; BRONDANI, I.L.; RESTLE, J. Níveis de concentrado na fase de terminação em confinamento para novilhos previamente mantidos em pastagem nativa ou cultivada. **Cienc. Rural**, v.30, p.151-157, 2000.

BEN SALEM, H.; SMITH, T. Feeding strategies to increase small ruminant production in dry environments. **Small Ruminant Research**, v.77, p.174-194, 2008.

BERG, R.T., ANDERSEN, B.B., LIBORIUSSEN, T. Growth of bovine tissues. 1. Genetic influence on growth patterns muscle, fat and bone in young bull. **Anim. Prod.**, 26(3): 245-258, 1978

BERNDT, A. **Composição corporal e exigências líquidas de energia e proteína de tourinhos Santa Gertrudis alimentados com dietas de alto teor de concentrado**. 2000. 73f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

BOHMAN, V.R. Compensatory growth of beef cattle: The effect of hay maturity. **Journal of Animal Science**, v.14, p.249-255, 1955.

BOIN, C.; TEDESCHI, L.O. Sistemas intensivos de produção de carne bovina: II – Crescimento e acabamento. In: SIMPÓSIO SOBRE PECUÁRIA DE CORTE, 4., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p.205-228, 1997.

CARTENS, G.E.; JOHNSON, D.E.; ELLENBERGER, M.A. et al. Physical and chemical components of the empty body during compensatory growth in beef steers. **Journal of Animal Science**, v.69, p.3251-3264, 1991.

CARVALHO, P.A.; SANCHEZ, L.M.B.; PIRES, C.C. et al. Composição corporal e exigências líquidas de proteína e energia para ganho de peso de bezerros machos de origem leiteira do nascimento aos 110 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1484-1491, 2003.

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, p.1588-1597, 2008.

CHURCH, D.C. **The ruminant animal digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 564p, 1988.

COSTA, P.B.; QUEIROZ, A.C.; RODRIGUES, M.T. et al Desempenho de novilhas leiteiras sob manejo para crescimento compensatório recebendo suplementação com ionóforos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.461-470, 2007.

DI MARCO, O.N. **Crecimiento de vacunos para carne**. Balcarce: Asociación Argentina de Producción Animal, 246p, 1998.

DI MARCO, O.N.; BARCELOS, J.O.J.; DA COSTA, E.C. **Crecimiento de Bovinos de Corte**, Editora e Gráfica da UFRGS, Porto Alegre, 278 p, 2007.

DI MARCO, O.N. **Crecimiento y respuesta animal**. Balcarce: Asociación Argentina de Producción Animal, 1994. 129p.

FONTES, C.A.A. Composição corporal, exigências líquidas de nutrientes para ganho de peso e desempenho produtivo de animais zebuínos e mestiços europeu-zebu. Resultados experimentais. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGENCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: DZO, p.419-455, 1995.

FONTES, C.A.A.; GUIMARÃES, R.F.M.; ALMEIDA, M.I.V. et al. Avaliação do ganho compensatório em novilhos mestiços Holandês-Gir: consumo e desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.698-708, 2007.

FOX, D.G.; BLACK, J.R. A system for predicting body composition and performance of growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, p.725-739, 1984.

FOX, D.G.; JOHNSON, R.R.; PRESTON, R.L. et al. Protein and energy utilization during compensatory growth in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.34, p.310-318, 1972.

FREITAS, J.A.; QUEIROZ, A.C.; DUTRA, A.R. et al. Composição de ganho e exigências de energia e proteína para ganho de peso em bovinos Nelore puros e mestiços, em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.3, p. 886-893, 2006a.

FREITAS, J.A.; QUEIROZ, A. C.; DUTRA, A.R. et al. Eficiência de utilização da energia metabolizável em bovinos Nelore puros e cruzados submetidos a quatro níveis de concentrado na ração. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa: v.35, n.3, p.894-901, 2006b.

HEIDERICH, D. **Turnover proteico e exigências de proteína para manutenção de bovinos em crescimento e terminação**. 2014. (Dissertação de Zootecnia). Universidade Federal de Lavras, 2014.

HENRIQUE, W.; LEME, P.R.; LANNA D.P.D. et al. Estimativa da composição química corporal de tourinhos Santa Gertrudes a partir da composição química e física das 9-10-11<sup>a</sup> costelas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.709-718, 2003.

KOONG, L.J.; FERREL, C.L.; NIENABER, J.A. Assessment of interrelationships among levels of intake and production, organ size and fasting heat production, in growing animals. **Journal of Nutrition**, v.115, p.1383-1391, 1985.

LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. **Growth of farm animals**. London: Cambridge University, 330p, 1997.

LOFGREEN, G.P.; GARRETT, W.N. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.27, p.793-806, 1968.

MARCONDES, M.I.; GIONBELLI, M.P.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Exigências nutricionais de proteína para bovinos de corte. In: VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L. et al. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados: BR-CORTE**. 2.ed., Viçosa: UFV, DZO, p.113-134, 2010.

McCARTHY, F.D.; BERGEN, W.G.; HAWKINS, D.R. Muscle protein turnover in cattle of differing genetic backgrounds as measured by urinary n-methylhistidine excretion. **Journal of Nutrition**, v.113, p.2455-2463, 1983.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: Fahey Jr., G.C., (Ed.) **Forage quality, Evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, p.450-493, 1994.

MOTA, V.A.C. Efeito de diferentes ofertas de forragem na terminação de bovinos Nelore recebendo alta suplementação recriados com diferentes taxas de ganho. 2015. 78p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2015.

NACIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7 ed. Washington, D. C.: National Academy Press, 242p., 1996.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 242p., 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 381p., 2001.

NICOL A.M.; KITESSA, S.M. Compensatory growth en cattle – revised. In: NEW ZEALAND SOCIETY OF ANIMAL PRODUCTION SYMPOSIUM, 1995,. **Proceedings...** Cidade Otago: Otago University, p.157-160, 1995.

OLIVEIRA, Z.F.; SANTANA JUNIOR, H.A.; SANTANA, E.O.C. et al. Ganho compensatório em bovinos de corte: A revisão. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.11, p.3691-3699, 2014.

OWENS, F.N.; GILL, D.R.; SECRIST, D.S. et al. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, p.3152-3172, 1995.

OWENS, F.N.; DUBESKI, P.; HANSON, C.F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, v.71, p.3138-3151, 1993.

PACHECO, P.S.; RESTLE, J.; SILVA, J.H.S. da et al. Desempenho de novilhos jovens e super jovens de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.963-975, 2005.

PARK, C.S.; ERICKSON, G.M.; CHOI, Y.J.; MARX, G.D. Effect of compensatory growth on regulation of growth and lactation: response of dairy heifers to a stair-step growth pattern. **Journal of Animal Science**, v.64, p.1751-1758, 1988.

PAULINO, P.V.R.; CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S. de C.; dos REIS, S.F. Exigências nutricionais de bovinos de corte: técnicas de pesquisa e resultados nacionais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AVANÇOS EM TÉCNICAS DE PESQUISA EM NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 2. Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, p.31-57, 2009.

PIRES, C. C.; FONTES, C. A. A.; GALVAO, J. G.; QUEIROZ, A. C.; PEREIRA, J. C.; PAULINO, M. F. Exigencias nutricionais de bovinos de corte em acabamento. I – Composicao corporal e exigencias de proteina para ganho de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.1, p.110-120, 1993.

PINHO, A.P.S. **Caracterização físico-químicas da carne bovina de marcas comercializadas no município de Porto Alegre**. 2009. 171p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

ROMPALA, R.E.; JONES, S.D.M.; BUCHANAN-SMITH, J.G. et al. Feelot performance and composition of gain in late-maturing steers exhibiting normal and compensatory growth. **Journal of Animal Science**, v.61, p.637-646, 1985.

RYAN, W.J. Compensatory Growth in cattle and sheep. **Nutrition Abstracts and Reviews, Series B**, v.60, p.653-664, 1990.

SAINZ, R.D. Crescimento compensatório em bovinos de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE, Campinas, 1998. **Anais...** Campinas: CBNA, p.22-38, 1998.

SAINZ, R.D.; LA TORRE, F.; OLTJEN, J.W. Compensatory growth and carcass quality in growth-restricted and ree-fed beef steers. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2971-2979, 1995.

SAUBIDET, C.L.; VERDE, L.S. Relationship between liveweight, age and dry matter intake for beef cattle after different levels of food restriction. **Animal Production**, v.22, p.61-69, 1976.

SHAHIN, K.A.; BERG, R.T.; PRICE, M.A. The effect of breed-type and castration on tissue growth patterns and carcass composition in cattle. **Livestock Production Science**, v.35, p.251-264, 1993.

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

VÉRAS, A.S.C. **Consumo, digestibilidade, composição corporal e exigências nutricionais de bovinos Nelore alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado**. 2000. 166p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

VÉRAS, A.S.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Predição da composição corporal de bovinos Nelore e F1 Simental x Nelore a partir da composição química da seção Hankins e Howe (Seção HH). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1112-1119, 2001.

## CAPÍTULO 2

# Consumo, digestibilidade, desempenho e balanço de nitrogênio em novilhas da raça Guzará sob dois planos alimentares

### RESUMO

Objetivou-se com este experimento avaliar consumo, digestibilidade, desempenho e balanço de nitrogênio em novilhas da raça Guzará sob dois planos alimentares. Foram utilizadas 12 novilhas, com peso vivo inicial médio de  $450 \pm 20$  kg. O experimento foi realizado em duas fases, sendo que em cada uma delas os animais foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos, com seis animais cada. Os tratamentos dos grupos 1 e 2, nas duas fases, consistiram em fornecimento de diferentes quantidades de matéria seca aos animais. Na primeira fase, ao grupo um, denominado ganho intermediário, forneceu-se quantidade de matéria que permitia ganhos médios de peso de 500 g/dia (alimentação controlada), e ao grupo 2, denominado ganho restrito, forneceu-se quantidade de matéria seca que permitia ganhos de peso médios de 100 g/dia (alimentação restrita). Na segunda fase, os mesmos animais, nos dois grupos, receberam dieta *ad libitum*, permitindo-se ganho de peso livre. A quantidade diária de alimentos foi dividida em duas partes iguais, que eram fornecidas pela manhã e à tarde. Os consumos individuais diários de matéria seca foram registrados. As pesagens dos animais foram realizadas a cada 15 dias, durante todo o período experimental. Em cada fase, após estabilização do consumo e do ganho de peso, realizou-se um ensaio de digestibilidade aparente com coleta total de fezes durante cinco dias consecutivos e coleta “spot” de urina quatro horas após a primeira alimentação do dia. Os diferentes tratamentos influenciaram diretamente a digestibilidade aparente, o ganho médio diário, a eficiência alimentar e o balanço de N. Os dois tipos de restrição alimentar permitiram ganhos de peso e eficiência alimentar diferenciados, mesmo após sessenta dias na alimentação *ad libitum*.

Palavra-chave: creatinina, pesagem, produção fecal, restrição, urina.



## Intake, digestibility, performance and nitrogen balance in Guzerá heifers under two alimentary plans

### ABSTRACT

The objective of this experiment was to evaluate intake, digestibility, performance and nitrogen balance in Guzerá heifers under two alimentary plans. Were used 12 heifers, with initial weight of  $450 \pm 20$  kg. The experiment was conducted in two phases, and in each of the animals was randomly assigned into two groups, with six animals each. Those treatments of groups 1 and 2 in two phases consisted of supplying different quantities of dry matter animals. In the first stage, to the group one called intermediate gain was supplied quantity of material which allowed average weight gain of 500 g / day (controlled diet), and the second group, called restricted gain was supplied amount of dry matter that allowed average weight gain of 100 g / day (restricted feeding). In the second phase, the same animals in both groups received diet ad libitum, allowing free-weight gain. The daily amount of food was divided into two parts, which were provided in the morning and afternoon. The individual daily dry matter intake were registered. The weights of the animals were performed every 15 days during the whole experimental period. At each stage, after stabilization of consumption and weight gain, there was an apparent digestibility trial with total collection of feces for five consecutive days and collection "spot" of urine four hours after the first feeding of the day. The different treatments directly influenced the apparent digestibility, average daily gain, feed efficiency and N balance. The two types of food restriction allowed weight gains and feed efficiency differentiated even after sixty days in ad libitum feeding.

Keyword: creatinine, weighing, fecal production, restriction, urine.

## INTRODUÇÃO

Na procura por resultados de produção positivos e que garantam redução de custo, a alimentação é um gargalo na atividade agropecuária, haja visto, o preço dos insumos e a sazonalidade na produção de pastagens. Dessa forma, a restrição alimentar em determinadas épocas do ano pode ser um recurso na criação de bovinos de corte com o objetivo de explorar o ganho compensatório.

O ganho compensatório é definido como o aumento na taxa de crescimento e na eficiência de conversão alimentar dos animais após terem sofrido algum tipo de restrição alimentar, podendo ser esta em quantidade e/ou qualidade (Owens et al., 1993). Entretanto, o ganho compensatório está sujeito a elevadas variações, podendo proporcionar desde altas respostas quanto ao ganho e à lucratividade, até baixa ou inexistente resposta na atividade (Sainz, 1998).

Assim, faz-se necessária uma maior investigação de como o ganho compensatório se desenvolve no animal e qual a sua duração. Idade, nível de restrição, tipo de restrição, dentre outros aspectos, podem modificar as exigências nutricionais dos animais, assim como a digestibilidade e o metabolismo de nutrientes.

Objetivou-se com este experimento avaliar o consumo, a digestibilidade, aparente, o desempenho e o balanço de nitrogênio em novilhas da raça Guzerá sob diferentes planos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Calorimetria e Metabolismo Animal (LAMACA), pertencente ao Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, localizada em Belo Horizonte, Minas, Gerais, Brasil, de fevereiro a dezembro de 2014. Os procedimentos experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da UFMG (Protocolo CEUA nº 129/2015).

Utilizaram-se 12 novilhas não gestantes da raça Guzerá, com peso vivo inicial médio de  $450 \pm 20$  kg e idade média de  $29 \pm 5$  meses, provenientes da Fazenda Santa Paula, localizada no município de Curvelo, Minas Gerais. Os animais foram mantidos em galpão de confinamento do tipo *tie stall*, com piso de concreto recoberto por tapetes

de borracha do Tipo Vedovatti. Cada animal tinha à disposição cocho e bebedouro individual.

Anteriormente ao experimento todos os animais passaram por doma racional, foram vacinados (raiva, clostridioses e aftosa) vermifugados (Levamisol + Ivermectina), tratados com ectoparasiticida (Fipronil) e receberam uma dose de vitaminas A, D e E, por via subcutânea.

O período experimental foi dividido em duas fases, definidas a partir da medição diária do consumo de alimentos e das pesagens dos animais. Quando houve estabilização do consumo e do ganho de peso iniciaram-se as medições. A primeira fase durou 185 dias e a segunda 118 dias. Os animais foram distribuídos aleatoriamente nos dois grupos, com seis animais cada. Na primeira fase, ao grupo um, denominado ganho intermediário, forneceu-se quantidade de matéria que permitia ganhos médios de peso de 500 g/dia (alimentação controlada), e ao grupo 2, denominado ganho restrito, forneceu-se quantidade de matéria seca que permitia ganhos de peso médios de 100 g/dia (alimentação restrita) (Tabela 1). Na segunda fase, todos os animais, nos dois grupos, receberam dieta *ad libitum*, permitindo-se ganho de peso livre. A quantidade diária de alimentos foi dividida em duas partes iguais, que eram fornecidas pela manhã e à tarde. Os consumos individuais diários de matéria seca foram registrados. As pesagens dos animais foram realizadas a cada 15 dias, durante todo o período experimental.

**Tabela 1-** Detalhamento dos grupos em cada fase experimental

Grupo	Primeira Fase	Segunda Fase
1- Ganho intermediário	Alimentação controlada (ganho 500 g/dia)	Alimentação <i>ad libitum</i>
2- Ganho restrito	Alimentação restrita (ganho 100 g/dia)	Alimentação <i>ad libitum</i>

As dietas experimentais (Tabela 2) foram formuladas inicialmente de acordo com o NRC (2000), sendo compostas de silagem de milho suplementada com concentrado, na proporção de 69:31, com base na matéria seca (MS). O concentrado foi formulado à base de milho moído, farelo de soja, ureia e núcleo mineral (BRBeef Fos Cria – BRNova, Hortolândia/SP). As dietas foram fornecidas em cochos individuais,

duas vezes ao dia (08h e 14h), divididas em quantidades iguais. A composição das dietas era a mesma entre os grupos, em cada fase, só variando a quantidade de matéria seca oferecida.

**Tabela 2** - Composição das dietas experimentais

Item	Fase 1	Fase 2
Silagem de milho <sup>1</sup>	700,0	700,0
Fubá de milho <sup>1</sup>	246,1	233,6
Farelo de soja <sup>1</sup>	51,2	63,2
Ureia <sup>1</sup>	3,0	3,0
Núcleo mineral <sup>2</sup>	0,1	0,1
Matéria Seca (MS), %	318,3	322,3
Proteína Bruta <sup>3</sup>	83,8	86,9
Extrato Etéreo <sup>3</sup>	24,9	24,1
Fibra em Detergente Neutro <sup>3</sup>	385,3	385,1
Fibra em Detergente Ácido <sup>3</sup>	217,9	217,7
Carboidratos Não Fibrosos <sup>3</sup>	302,3	300,0
Energia Bruta (Mcal/kg de MS)	3,55	3,54

<sup>1</sup>Quantidade em 1000 kg de dieta; <sup>2</sup>Composição: Ca: 190 g/kg; P: 90 g/kg; Na: 210 g/kg; Mg: 13 g/kg; Co: 219 mg/kg; Cu: 1.466 mg/kg; Mn: 1.100 mg/kg; Se: 30 mg/kg; Zn: 5.400 mg/kg e I: 90 mg/kg; <sup>3</sup>Expressos em porcentagem da matéria seca

Os ensaios de digestibilidade tiveram duração de cinco dias, sendo realizada coleta total de fezes, durante 24h, e coleta “spot” de urina. Imediatamente após cada defecação, para se evitarem contaminações, o material fecal era recolhido em caixa plástica, contendo identificação do animal. O material fecal coletado era pesado duas vezes ao dia, antes de cada arraçamento, sendo a amostragem feita por animal, após homogeneização do conteúdo da bandeja. O consumo diário de alimentos foi registrado, com coleta de sobras pela manhã, seguida de pesagem e amostragem. Amostras da silagem de milho, dos suplementos concentrados, de sobras e fezes foram armazenadas a -10°C e, posteriormente, descongeladas, pré-secas em estufa de ventilação forçada de ar (55°C, por 72 h), e moídas em moinho de facas do tipo *Willey* dotado de peneira com perfurações de 5 mm. As amostras compostas foram feitas com base na matéria pré-seca, (por animal, por fase), novamente moídas (1 mm) e analisadas quanto aos teores de MS a 105°C, matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), conforme métodos descritos por Silva & Queiroz (2002), e energia bruta (EB),

por combustão em bomba calorimétrica adiabática modelo PARR 2081 (AOAC, 1995). Os carboidratos não fibrosos foram calculados conforme a equação:  $100 - [(\%PB - \%PB \text{ da ureia} + \% \text{ de ureia}) + \%FDN + \%EE + \% \text{ cinzas}]$  (Hall, 2000). Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram determinados pela equação  $NDT = PB + (EE - 1) * 2,25 + CNF + FDN_{cp}$ . A coleta de urina foi tipo *spot*, obtidas 4h horas após a primeira alimentação do dia. Uma alíquota de 60 mL de urina foi coletada para determinação das concentrações de creatinina, nitrogênio (N) urinário e energia bruta (EB). As excreções médias diárias adotadas foram similares às descritas por Rennó et al. (2008), sendo de 27,04 mg/kg para animais Zebu. As amostras de urina foram armazenadas em potes plásticos vedados, em duas condições distintas: uma alíquota da amostra foi colocada na proporção de 9 partes de ácido sulfúrico a 40% e 1 parte de urina,) em ácido sulfúrico a 40% para posterior análise dos teores de creatinina, enquanto outra foi armazenada *in natura* para avaliação dos teores de nitrogênio e energia bruta. Ambas foram congeladas em câmara fria para posteriores análises.

Nas amostras de urina analisaram-se o nitrogênio total pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1995) e EB por combustão em bomba calorimétrica adiabática modelo PARR 2081 (AOAC, 1995). As concentrações de creatinina para determinação do volume urinário foram realizadas no Laboratório de Cromatografia da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora/MG, utilizando-se método colorimétrico, e o *kit* comercial creatinina ref. 35 da empresa Labtest Diagnóstica S.A. (Lagoa Santa/MG).

Foram realizadas pesagens dos animais a cada 15 dias, durante todo o período experimental, para monitoramento do desempenho e ajuste da quantidade de alimento a ser fornecida aos animais. As pesagens foram sempre realizadas às 7h, antes do arraçoamento da manhã. As pesagens iniciais e finais de cada fase foram realizadas após jejum prévio de alimentos sólidos por 16 horas, para determinação do peso vivo médio (PV). O ganho médio diário (GMD) foi determinado pela diferença dos PVs final e inicial dividido pelo número de dias decorridos entre as duas pesagens. A eficiência alimentar foi calculada pela razão kg de ganho de PV/kg de MS consumida.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cada animal representando uma parcela experimental. Foram utilizados dois tratamentos em cada período experimental, com seis repetições. Os parâmetros analisados foram submetidos ao teste de normalidade, em que as variáveis que não apresentaram normalidade foram transformadas em logaritmo ( $\log x+1$ ) (Sampaio, 1998).

Para comparação do efeito dos planos de alimentação dentro de cada grupo (1- Ganho controlado e 2- Ganho restrito) sobre o consumo, desempenho, digestibilidade e balanço do nitrogênio utilizou-se o procedimento GLM do SAS versão 9.0, considerando-se os efeitos de novilha e planos de alimentação. Para comparação das médias utilizou-se o LSMEANS ( $P \leq 0,05$ ). Dentro de cada plano de alimentação realizou-se o teste t-pareado, utilizando o procedimento TTEST do SAS versão 9.0 (Fase 1 x Fase 2 do tratamento). Efeitos foram considerados significativos quando  $P \leq 0,05$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 3 estão apresentados os consumos médios de MS, nutrientes e de energia para os animais dos grupos 1 e 2, na primeira fase, em que os ganhos de peso médios foram 500 g/dia e 100 g/dia, respectivamente. Conforme era esperado, o CMS e da maior parte dos nutrientes foi superior no grupo 1. Contudo, o CNDT (kg/dia), de CFDN (%PV) e CED (Mcal/dia) não apresentaram diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os grupos.

Na Tabela 4 encontram-se os dados de CMS, nutrientes e energia na segunda fase, com alimentação *ad libitum* para ambos os grupos, expressos em quilograma por dia (kg/dia), porcentagem do peso vivo (%PV), gramas por quilograma de peso vivo metabólico (g/kg PV<sup>0,75</sup>). Estes dados resultam do período do ensaio de digestibilidade da segunda fase, que ocorreu cerca de sessenta dias após o início da segunda fase, quando os animais estabilizaram o consumo diário e o ganho de peso vivo.

De maneira geral os trabalhos, ao retratarem a realimentação, demonstram aumento de ingestão de MS em animais submetidos a algum tipo de restrição alimentar e posterior realimentação (Drouillard et al., 1991; Hornick et al., 1998). Este consumo aumentado em relação à fase anterior (fase 1) foi observado de forma acentuada nos primeiros dias, no início da fase 2. Após estabilização de consumo diário, cerca de sessenta dias após o início da alimentação *ad libitum*, não houve diferença entre os grupos 1 e 2 quanto aos valores apresentados na Tabela 4 ( $P > 0,05$ ).

Na tabela 5, verifica-se o CMS, de nutrientes e de energia no Grupo 1 na primeira (alimentação controlada, ganho médio de 500 g/dia) e segunda (alimentação *ad libitum*) fases experimentais.

**Tabela 3** – Consumo de matéria seca (CMS), de nutrientes e de energia por novilhas da raça Guzerá na primeira fase, nos grupos 1 e 2

Variável <sup>c</sup>	Grupo 1 <sup>a</sup>		EPM <sup>b</sup>	Valor de P
	Alimentação controlada	Alimentação Restrita		
	kg/dia			
CMS	6,75 a	5,73 b	0,179	0,0023
CMO	6,38 a	5,41 b	0,168	0,0021
CPB	0,79 a	0,66 b	0,020	0,0012
CEB	29,77 a	24,93 b	0,188	0,0010
CEE	0,25 a	0,21 b	0,006	0,0021
CFDN	2,79 a	2,40 b	0,082	0,0064
CFDA	1,68 a	1,45 b	0,050	0,0080
CCNF	2,60 a	2,18 b	0,067	0,0014
CNDT <sup>d</sup>	2,62	2,23	0,172	0,1324
	% PV			
CMS	1,32 a	1,22 b	0,024	0,0108
CMO	1,25 a	1,15 b	0,021	0,0080
CFDN	0,55	0,51	0,013	0,0718
	g/kg <sup>0,75</sup> /dia			
CMS	62,82 a	56,76 b	1,175	0,0042
CMO	59,32 a	53,56 b	1,101	0,0039
CFDN	25,94 a	23,74 b	0,619	0,0278
	Mcal/dia			
CED	21,33	19,90	0,802	0,2205

<sup>a</sup>Letras diferentes na mesma linha indicam médias diferentes pelo teste F (P<0,05)

<sup>b</sup>EPM: Erro-padrão da média

<sup>c</sup>CMO, consumo de matéria orgânica; CPB, consumo de proteína bruta; CEB, consumo de energia bruta; CEE, consumo de extrato etéreo; CFDN, consumo de fibra em detergente neutro; CFDA, consumo de fibra em detergente ácido; CCNF, consumo de carboidratos não fibrosos; CNDT, consumo de nutrientes digestíveis totais; CED, consumo de energia digestível.

<sup>d</sup>NDT calculado pela fórmula de Weiss et al. (1992)

Para as novilhas sob ganho intermediário, houve diferença (P<0,05) em todas as variáveis apresentadas na tabela 5. Apesar da primeira fase promover ganhos de 500 g/dia com uma alimentação controlada, os animais ao receberem uma alimentação *ad libitum* aumentaram em 31,33% no CMS expresso por kg/dia. Diferentemente do CMO (kg/dia) que encontrou diferenças entre as fases na ordem de 31,54%. Segundo Wright et al. (1989), um aumento do trato gastrointestinal em relação ao peso vivo, ajuda a explicar valores mais expressivos no consumo em animais sob manejo restritivo, seja pelo maior espaço ou por uma maior capacidade digestiva.

O NRC (2000) que prevê um consumo de 2,5% do PV para animais de peso vivo similar aos do presente experimento. Este valor está acima do encontrado, mesmo na segunda fase, na qual o consumo era *ad libitum*. As novilhas Guzerá utilizadas são provenientes de rebanho selecionado durante mais de quarenta anos para alta

capacidade de ganho de peso e alta habilidade materna. As mães desses animais produziram pelo menos 3500 kg de leite por lactação. De acordo com Gesualdi Jr. et al. (2001), as maiores exigências nutricionais para manutenção são observadas em animais de origem leiteira. Este fato não foi observado neste experimento, uma vez que o CMS foi inferior ao recomendado pelo comitê internacional citado. Apesar da seleção intensa para dupla aptidão, a raça Guzerá possui boa capacidade de adaptação a condições ambientais adversas (em especial à baixa disponibilidade de alimentos) (Cerdotes, 2007).

**Tabela 4** – Consumo de matéria seca (CMS), de nutrientes e de energia por novilhas da raça Guzerá na segunda fase, nos grupos 1 e 2

Variável <sup>c</sup>	Grupo 1 <sup>a</sup>		EPM <sup>b</sup>	Valor de P
	Alimentação controlada	Alimentação Restrita		
kg/dia				
CMS	9,83	9,77	0,399	0,9122
CMO	9,32	9,25	0,375	0,8971
CPB	1,28	1,26	0,049	0,8504
CEB	40,44	39,55	1,875	0,9871
CEE	0,32	0,31	0,011	0,7945
CFDN	4,16	4,14	0,166	0,9265
CFDA	2,44	2,42	0,096	0,9153
CCNF	4,52	4,48	0,178	0,8742
CNDT <sup>d</sup>	5,08	4,29	0,446	0,2240
% PV				
CMS	1,62	1,67	0,068	0,5804
CMO	1,54	1,58	0,065	0,6222
CFDN	0,69	0,71	0,027	0,5122
g/kg <sup>0,75</sup> /dia				
CMS	80,33	82,16	3,329	0,6951
CMO	76,16	77,79	3,137	0,7099
CFDN	34,01	34,81	1,323	0,6652
Mcal/dia				
CED	26,63	24,46	1,931	0,4279

<sup>a</sup>Letras diferentes na mesma linha indicam médias diferentes pelo teste F (P<0,05)

<sup>b</sup>EPM: Erro-padrão da média

<sup>c</sup>CMO, consumo de matéria orgânica; CPB, consumo de proteína bruta; CEB, consumo de energia bruta; CEE, consumo de extrato etéreo; CFDN, consumo de fibra em detergente neutro; CFDA, consumo de fibra em detergente ácido; CCNF, consumo de carboidratos não fibrosos; CNDT, consumo de nutrientes digestíveis totais; CED, consumo de energia digestível.

<sup>d</sup>NDT calculado pela fórmula de Weiss et al. (1992)

Entretanto, a avaliação de dados de consumo voluntário desvinculada de dados de digestibilidade da dieta possui valor limitado. Segundo Mertens (1994), a base para expressar o consumo em relação ao peso metabólico ou em porcentagem do peso



corporal depende da limitação da ingestão, se foi decorrente de fator energético ou de enchimento, respectivamente. Os dados de digestibilidade serão avaliados a seguir e permitirão melhor discussão.

**Tabela 5** – Consumo de matéria seca (CMS), de nutrientes e de energia por novilhas da raça Guzerá do Grupo 1 na primeira (alimentação controlada) e segunda (alimentação *ad libitum*) fases experimentais

Variável <sup>c</sup>	Grupo 1 <sup>a</sup>		EPM <sup>b</sup>	Valor de P
	Fase 1	Fase 2		
kg/dia				
CMS	6,75 b	9,83 a	0,4383	0,0009
CMO	6,38 b	9,32 a	0,4156	0,0009
CPB	0,79 b	1,28 a	0,0592	0,0004
CEB	29,77 b	40,44 a	0,2478	0,0012
CEE	0,25 b	0,32 a	0,0154	0,0055
CFDN	2,79 b	4,16 a	0,2055	0,0011
CFDA	1,68 b	2,44 a	0,1211	0,0016
CCNF	2,60 b	4,52 a	0,2101	0,0003
CNDT <sup>d</sup>	2,62 b	5,08 a	0,4479	0,0027
% PV				
CMS	1,32 b	1,62 a	0,0730	0,0097
CMO	1,25 b	1,54 a	0,0701	0,0097
CFDN	0,55 b	0,69 a	0,0354	0,0114
g/kg <sup>0,75</sup> /dia				
CMS	62,82 b	80,33 a	3,6070	0,0046
CMO	59,32 b	76,16 a	3,4123	0,0043
CFDN	25,94 b	34,01 a	1,7140	0,0053
Mcal/dia				
CED	21,33 b	26,63 a	1,7484	0,0290

<sup>a</sup>Letras diferentes na mesma linha indicam médias diferentes pelo teste F (P<0,05)

<sup>b</sup>EPM: Erro-padrão da média

<sup>c</sup>CMO, consumo de matéria orgânica; CPB, consumo de proteína bruta; CEB, consumo de energia bruta; CEE, consumo de extrato etéreo; CFDN, consumo de fibra em detergente neutro; CFDA, consumo de fibra em detergente ácido; CCNF, consumo de carboidratos não fibrosos; CNDT, consumo de nutrientes digestíveis totais; CED, consumo de energia digestível.

<sup>d</sup>NDT calculado pela fórmula de Weiss et al. (1992)

Para as novilhas do grupo 2 (alimentação restrita na fase 1 e alimentação *ad libitum* na fase 2) todas as variáveis apresentadas apresentaram diferença (P<0,05) entre as fases, como era esperado, exceto o CED (P>0,05) (Tabela 6).

Valente (2006) observou CMS de 7,92 kg/dia no grupo submetido a restrição alimentar e 8,05 kg/dia no grupo alimentado à vontade durante experimento envolvendo restrição alimentar e ganho compensatório. Cerdotes (2007), trabalhando com novilhos da raça Nelore submetidos a período de restrição alimentar, observou maiores CMS,

CPB e CFDN nos animais do grupo realimentado, não detectando diferença para CMS expresso em %PV no período de realimentação entre animais com restrição alimentar em relação aqueles alimentados à vontade. Maiores consumos na realimentação para animais no ganho compensatório são relatados por diversos autores (Boin & Tedeschi, 1997; Lawrence & Fowler, 1997). Contudo, o aumento do consumo voluntário pelos animais na realimentação também sido apontado como fator para o maior ganho de peso nesses animais (Hogg, 1991).

**Tabela 6** - Consumo de matéria seca (CMS), de nutrientes e de energia por novilhas da raça Guzerá do Grupo 2 na primeira (alimentação restrita) e segunda (alimentação *ad libitum*) fases experimentais

Variável <sup>b</sup>	Grupo 2 <sup>a</sup>		EPM <sup>c</sup>	Valor de P
	Fase 1	Fase 2		
	kg/dia			
CMS	5,73 b	9,77 a	0,3935	0,0005
CMO	5,41 b	9,25 a	0,3697	0,0005
CPB	0,66 b	1,26 a	0,0391	0,0001
CEB	24,93 b	39,55 a	1,321	<0,001
CEE	0,21 b	0,31 a	0,0103	0,0005
CFDN	2,40 b	4,14 a	0,1322	0,0002
CFDA	1,45 b	2,42 a	0,0777	0,0002
CCNF	2,18 b	4,48 a	0,1404	<0,0001
CNDT <sup>d</sup>	2,23 b	4,29 a	0,4252	0,0083
	% PV			
CMS	1,22 b	1,67 a	0,0702	0,0029
CMO	1,15 b	1,58 a	0,0664	0,0029
CFDN	0,51 b	0,71 a	0,0247	0,0013
	g/kg <sup>0,75</sup> /dia			
CMS	56,76 b	82,16 a	3,4094	0,0017
CMO	53,56 b	77,79 a	3,2102	0,0017
CFDN	23,74 b	34,81 a	1,1464	0,0006

<sup>a</sup>Letras diferentes na mesma linha indicam médias diferentes pelo teste F (P<0,05)

<sup>b</sup>EPM: Erro-padrão da média

<sup>c</sup>CMO, consumo de matéria orgânica; CPB, consumo de proteína bruta; CEB, consumo de energia bruta; CEE, consumo de extrato etéreo; CFDN, consumo de fibra em detergente neutro; CFDA, consumo de fibra em detergente ácido; CCNF, consumo de carboidratos não fibrosos; CNDT, consumo de nutrientes digestíveis totais; CED, consumo de energia digestível.

<sup>d</sup>NDT calculado pela fórmula de Weiss et al. (1992)

Para Ryan (1990), a ingestão de alimentos em animais sob plano de realimentação não é constante. Assim, a compensação no consumo pode ser completa após a restrição, sendo que o animal submetido à restrição alimentar chega ao final do período de realimentação com peso semelhante ao dos animais que receberam alimento

à vontade (Hornick et al., 2000). A utilização do ganho compensatório como ferramenta de manejo e redução de custos se baseia nessa premissa.

Não foram encontradas diferenças ( $P>0,05$ ) para o peso vivo inicial (PVi) entre os tratamentos experimentais, com valor médio de 458,5 kg na primeira fase. Já para o peso vivo final (PVf), ganho de peso no período, ganho médio diário de peso e eficiência alimentar essa diferença foi significativa ( $P<0,05$ ) entre os grupos 1 e 2, como era esperado (Tabela 7). Na segunda fase, em que todos os animais tiveram alimentação *ad libitum*, o peso vivo final foi semelhante entre os grupos 1 e 2. No entanto, o ganho de peso no período, o ganho médio diário de peso e a eficiência alimentar foram superiores em 25,6, 31 e 30,7% no grupo 1 em relação ao 2, respectivamente. Este resultado é importante considerando-se que já haviam se passado cerca de sessenta dias de alimentação *ad libitum*, ou seja, apesar do CMS e o ganho de peso terem se estabilizado, os animais que foram submetidos a uma restrição nutricional próxima à manutenção (grupo 2) foram mais eficientes.

Wright e Russel (1991) discutiram que animais sob restrição alimentar ou recebendo dieta que permita desempenho moderado, ao serem submetidos a um plano de realimentação *ad libitum*, poderão aumentar sua eficiência alimentar durante o período de ganho compensatório. Para Ryan et al. (1993), o efeito do ganho compensatório em bovinos, sugere que dentre os possíveis mecanismos para o aumento da eficiência alimentar estariam a redução da manutenção e/ou a maior taxa de deposição de proteína no início do período de realimentação.

Guimarães (1999) avaliou o ganho compensatório de novilhos originários de rebanhos leiteiros e concluiu que o ganho de peso mais elevado observado nos animais após o período de restrição alimentar está, em parte, associado ao aumento de peso dos órgãos, principalmente fígado e intestino delgado. Todavia, Ryan (1990) acrescenta que são necessários de 70 a 90 dias para que o trato gastrointestinal e o fígado possam atingir pesos e tamanhos normais após cessação da restrição alimentar.

Na Tabela 8, verifica-se que na primeira fase houve diferença significativa ( $P<0,05$ ) entre os grupos 1 e 2 para as digestibilidades aparentes da MS, MO, PB, FDN, FDA e CNF ( $P>0,05$ ). O mesmo não foi observado na fase 2. Maior digestibilidade da digesta é um dos efeitos observados em animais com consumos mais baixos de MS. O NRC (2001) considera redução no NDT da dieta em consumos acima da manutenção, para dietas com mais de 60% de NDT.

**Tabela 7** – Peso vivo inicial, peso vivo final e ganho de peso vivo no período, expressos em kg, ganho médio diário de peso, expresso em kg/dia e eficiência alimentar, expressa em kg de peso vivo ganho por kg de MS consumida de novilhas da raça Guzerá em diferentes planos de alimentação

Variável	Grupos <sup>a</sup>		EPM <sup>b</sup>	Valor de P
	Grupo 1	Grupo 2		
Fase 1				
	Alimentação controlada	Alimentação restrita		
Peso Vivo inicial (kg)	458	459	24,23	0,944
Peso Vivo final (kg)	532 a	480 b	20,12	0,001
Ganho de peso no período (kg)	74,83 a	21,33 b	7,336	0,000
Ganho médio peso (kg/dia)	0,41 a	0,11 b	0,0410	0,000
Eficiência alimentar	0,06 a	0,02 b	0,0085	0,000
Fase 2				
	Alimentação <i>ad libitum</i>	Alimentação <i>ad libitum</i>		
Peso Vivo inicial (kg)	532 a	480 b	20,12	0,001
Peso Vivo final (kg)	685	695	15,67	0,302
Ganho de peso no período (kg)	152 b	191 a	14,49	0,001
Ganho médio peso (kg/dia)	1,29 b	1,62 a	0,1228	0,001
Eficiência alimentar	0,13 b	0,17 a	0,0196	0,008

<sup>a</sup>Letras diferentes na mesma linha indicam médias diferentes pelo teste F (P<0,05)

<sup>b</sup>EPM: Erro-padrão da média

Doreau e Diawara (2003) reportaram que a redução no nível de ingestão resultou em maior tempo de retenção das partículas no rúmen e no trato gastrointestinal total, além da redução do tamanho médio de partícula ruminal e retal. Segundo Doreau e Diawara (2003), a principal causa da variação na digestibilidade da dieta é o tempo de retenção de partículas no rúmen. Dessa forma, a restrição alimentar levaria à redução na taxa de passagem e, conseqüente ao aumento na digestibilidade.

Na tabela 9, verifica-se a comparação dos valores de digestibilidade entre as fases 1 e 2. No grupo 1 houve diferença (P<0,05) entre fases para as digestibilidades aparentes da MS, MO e CNF. No grupo 2, houve diferença entre as fases para todos os valores de digestibilidade. Provavelmente a maior diferença entre o CMS entre as faseS 1 e 2 no grupo 2 contribui para o achado.

Long et al. (2004) encontraram diferenças para as digestibilidades da MS, MO e FDN em vacas não lactantes submetidas a planos de alimentação correspondentes a 30%, 60% e 90% do consumo *ad libitum* (27,03; 54,27 e 74,80 g MS/kg PV<sup>0,75</sup>). Segundo os autores, as digestibilidades da MS, MO e FDN foram reduzidas (P<0,05) de

66,1 para 59,1%; de 68,1 para 59,9% e de 62,1 para 54,3%, respectivamente, quando o nível de ingestão aumentou de 30% para 90% do consumo *ad libitum*.

**Tabela 8** – Digestibilidade, expressa em g/kg, da matéria seca e de nutrientes das dietas oferecidas durante a primeira e a segunda fases, em novilhas da raça Guzerá

Variável	Grupos <sup>a</sup>		EPM <sup>b</sup>	Valor de P
	Grupo 1	Grupo 2		
Fase 1				
	Alimentação controlada	Alimentação restrita		
MS	706,2 b	768,2 a	27,06	0,003
MO	727,4 b	787,1 a	25,64	0,002
PB	667,2 b	732,2 a	37,45	0,013
FDN	596,1 b	671,6 a	45,31	0,016
FDA	618,7 b	685,3 a	41,76	0,020
CNF	886,3 b	932,1 a	18,05	0,001
EE	773,2	812,5	46,88	0,156
Fase 2				
	Alimentação <i>ad libitum</i>	Alimentação <i>ad libitum</i>		
MS	640,4	583,7	51,28	0,085
MO	664,9	615,4	47,14	0,100
PB	613,1	552,9	57,24	0,098
FDN	559,5	504,1	60,35	0,143
FDA	585,0	527,5	65,01	0,157
CNF	838,9	815,2	30,53	0,208
EE	786,8 a	679,9 b	69,83	0,024

<sup>a</sup> Letras diferentes na mesma linha indicam médias diferentes pelo teste F (P<0,05)

<sup>b</sup> EPM: Erro-padrão da média

MO, matéria orgânica; PB, proteína bruta; FDN, fibra em detergente neutro; FDA, fibra em detergente ácido; CNF, carboidratos não fibrosos; EE, extrato etéreo

Respostas para o efeito da digestibilidade dependem diretamente da quantidade e qualidade da dieta fornecida. Em novilhos Hereford submetidos a dois níveis de consumo (9,1 e 6,1 kg de MS/dia), as digestibilidades ruminais aparentes de MO e FDN e a digestibilidade total da FDN foram mais baixas nos animais submetidos a níveis altos de consumo em relação aos baixos níveis: 41,3 x 44,3%; 56,0 x 60,2% e 64,3 x 68,7%; respectivamente (Firkins et al., 1986).

**Tabela 9** – Digestibilidade, expressa em g/kg, da matéria seca e de nutrientes das dietas oferecidas ao grupo 1 e 2, durante a primeira e a segunda fases, em novilhas da raça Guzerá

Variável	Fase <sup>a</sup>		EPM <sup>b</sup>	Valor de P
	Fase 1	Fase 2		
Grupo 1				
	Alimentação controlada	Alimentação <i>ad libitum</i>		
MS	706,2 a	640,3 b	15,3	0,008
MO	727,4 a	664,9 b	15,2	0,009
PB	667,2	613,1	21,8	0,056
FDN	596,1	559,5	28,9	0,260
FDA	618,7	585,0	26,1	0,253
CNF	886,3 a	838,9 b	16,0	0,031
EE	773,2	786,8	36,4	0,723
	Fase 1	Fase 2		
Grupo 2				
	Alimentação restrita	Alimentação <i>ad libitum</i>	EPM <sup>b</sup>	Valor de P
MS	768,2 a	583,7 b		
MO	787,1 a	615,4 b	21,9	0,001
PB	732,2 a	552,9 b	27,9	0,001
FDN	671,6 a	504,1 b	28,9	0,002
FDA	685,3 a	527,6 b	27,7	0,002
CNF	932,1 a	815,2 b	5,20	0,000
EE	812,5 a	679,9 b	29,2	0,006

<sup>a</sup>Letras diferentes na mesma linha indicam médias diferentes pelo teste “t” pareado (P<0,05)

<sup>b</sup>EPM: Erro-padrão da média

MO, matéria orgânica; PB, proteína bruta; FDN, fibra em detergente neutro; FDA, fibra em detergente ácido; CNF, carboidratos não fibrosos; EE, extrato etéreo

Os resultados do balanço de nitrogênio em cada fase, comparando-se os grupos de alimentação, estão na Tabela 10. Diferenças significativas foram verificadas (P<0,05) na primeira fase quanto às variáveis para N ingerido, expresso em grama por dia (g/dia) e grama por quilograma de peso vivo metabólico (g/kg PV<sup>0,75</sup>), N excretado nas fezes, expresso em grama por dia (g/dia) e grama por quilograma de peso vivo metabólico (g/kg PV<sup>0,75</sup>) e para N excretado total, expresso em grama por dia (g/dia). Na fase 2 essas diferenças não foram observadas. A ingestão de N aumentou (P<0,05) com a ingestão de MS, o mesmo ocorrendo com a perda de N nas fezes. Não foi observada diferença quanto à excreção urinária de N.

**Tabela 10** - Balanço aparente de nitrogênio (N) em novilhas da raça Guzerá durante a primeira e a segunda fases, comparando-se os grupos 1 e 2

Variável	Unidade	Grupos <sup>a</sup>		EPM	Valor de P
		1	2		
<b>Fase 1</b>					
		Alimentação controlada	Alimentação restrita		
N ingerido	g/dia	119,13 a	98,60 b	3,1586	0,0010
	g/kg PV <sup>0,75</sup>	1,14 a	0,98 b	0,0385	0,0157
N excretado	g/dia	27,71 a	6,59 b	1,9937	<0,0001
Fezes	g/kg PV <sup>0,75</sup>	0,26 a	0,06 b	0,0185	<0,0001
N excretado	g/dia	55,84	63,26	3,9865	0,2029
Urina	g/kg PV <sup>0,75</sup>	0,53	0,63	0,0402	0,0930
N excretado	g/dia	83,55 a	69,85 b	3,3773	0,0150
Total	g/kg PV <sup>0,75</sup>	0,80	0,70	0,0344	0,0590
N retido	g/dia	35,57	28,76	3,6701	0,2034
	g/kg PV <sup>0,75</sup>	0,34	0,29	0,0375	0,3011
<b>Fase 2</b>					
		Alimentação controlada	Alimentação restrita		
N ingerido	g/dia	170,31	174,28	3,7396	0,4530
	g/kg PV <sup>0,75</sup>	1,39	1,46	0,0251	0,0629
N excretado	g/dia	60,18	59,22	4,5896	0,8801
Fezes	g/kg PV <sup>0,75</sup>	0,49	0,50	0,0404	0,9150
N excretado	g/dia	55,61	56,70	3,4380	0,8213
Urina	g/kg PV <sup>0,75</sup>	0,46	0,48	0,0301	0,6184
N excretado	g/dia	115,79	115,91	4,2635	0,9843
Total	g/kg PV <sup>0,75</sup>	0,95	0,98	0,0427	0,6049
N retido	g/dia	54,52	58,37	7,0643	0,6962
	g/kg PV <sup>0,75</sup>	0,44	0,49	0,0550	0,5633

<sup>a</sup> Letras diferentes na mesma linha indicam médias diferentes pelo teste F (P<0,05)

<sup>b</sup> EPM: Erro-padrão da média

A maior excreção de N nas fezes ocorreu em função da maior produção fecal para os tratamentos com maiores ingestões de MS. Long et al. (2004) avaliaram o efeito da restrição alimentar em vacas não lactantes sobre o balanço de N. Houve incremento linear na excreção fecal de N (de 0,16 para 0,44 g/kg PV<sup>0,75</sup>) quando o consumo aumentou de 30% para 90% do consumo *ad libitum*, sendo o mesmo observado para o balanço de N, que aumentou de -0,10 para 0,28 g/kg PV<sup>0,75</sup>. Para Yan et al. (2007), as excreções de nitrogênio na urina e nas fezes está diretamente relacionada com a concentração de proteína bruta na dieta e a ingestão de nitrogênio pelo animal, sendo que uma das estratégias mais efetivas para reduzir a excreção de nitrogênio consiste em manipular a sua dietética de proteína.

**Tabela 11** - Balanço aparente de nitrogênio (N) em novilhas da raça Guzerá nos dois grupos de alimentação, comparando-se as fases 1 e 2

Variável	Unidade	Fase <sup>a</sup>		EPM	Valor de P
		Fase 1	Fase 2		
<b>Grupo 1</b>					
		Alimentação controlada	Alimentação <i>ad libitum</i>		
N ingerido	g/dia	119,13 b	170,31 a	5,6190	0,0003
	g/kg PV <sup>0,75</sup>	1,14 b	1,39 a	0,0536	0,0052
N excretado	g/dia	27,71 b	60,18 a	2,2608	<0,0001
Fezes	g/kg PV <sup>0,75</sup>	0,26 b	0,49 a	0,0194	<0,0001
N excretado	g/dia	55,84	55,61	5,6219	0,9689
Urina	g/kg PV <sup>0,75</sup>	0,53	0,46	0,0498	0,1846
N excretado	g/dia	83,55 b	115,79 a	5,1881	0,0016
Total	g/kg PV <sup>0,75</sup>	0,80 b	0,95 a	0,0432	0,0185
N retido	g/dia	35,57	54,52	8,2687	0,0620
	g/kg PV <sup>0,75</sup>	0,34	0,44	0,0700	0,2062
<b>Grupo 2</b>					
		Alimentação controlada	Alimentação <i>ad libitum</i>		
N ingerido	g/dia	98,60 b	174,28 a	4,7703	<0,0001
	g/kg PV <sup>0,75</sup>	0,98 b	1,46 a	0,0422	0,0004
N excretado	g/dia	6,59 b	59,22 a	6,2909	0,0011
Fezes	g/kg PV <sup>0,75</sup>	0,06 b	0,50 a	0,0562	0,0015
N excretado	g/dia	63,26	56,70	6,8786	0,3943
Urina	g/kg PV <sup>0,75</sup>	0,63	0,48	0,0633	0,0670
N excretado	g/dia	69,85 b	115,91 a	3,5537	0,0002
Total	g/kg PV <sup>0,75</sup>	0,70 b	0,98 a	0,0318	0,0009
N retido	g/dia	28,76 b	58,37 a	8,0540	0,0213
	g/kg PV <sup>0,75</sup>	0,29 b	0,49 a	0,0709	0,0464

<sup>a</sup>Letras diferentes na mesma linha indicam médias diferentes pelo teste “t” pareado (P<0,05)

<sup>b</sup>EPM: Erro-padrão da média

Murphy et al. (1994) concluíram que a restrição alimentar diminuiu a perda fecal de nitrogênio, e para Pessoa et al. (2009), a maior excreção de nitrogênio nas fezes e na urina ocorre em dietas em que o consumo de nitrogênio também é mais elevado.

## CONCLUSÕES

Os planos de alimentação impostos influenciaram a digestibilidade das dietas, que foi superior nos menores CMS.

Animais submetidos à restrição alimentar em níveis de CMS próximos à manutenção apresentaram maior eficiência alimentar quando receberam dieta *ad libitum*



do que aqueles que foram submetidos à restrição alimentar que permitia ganhos de cerca de 500g/dia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**. 16th. Washington: AOAC, 2000p, 1995.

BOIN, C.; TEDESCHI, L.O. Sistemas intensivos de produção de carne bovina: II.VCrescimento e Acabamento. In: SIMPOSIO SOBRE PECUARIA DE CORTE, 4.,Piracicaba, 1996. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p.205-228, 1997.

CERDOTES, L. **Avaliação de bovinos nelore submetidos a períodos de restrição alimentar, durante a terminação**. 2007. 95 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, 2007.

DOREAU, M.; DIAWARA, A. Effect of level of intake on digestion in cows: influence of animal genotype and nature of hay. **Livestock Production Science**, v.81, p.35–45, 2003.

DROUILLARD, J.S.; FERRELL, C.L.; KLOPFENSTEIN, T.J. et al. Compensatory growth following metabolizable protein or energy restrictions in beef steers. **Journal of Animal Science**, v.69, p.811-818, 1991.

FIRKINS, J.L.L.; BERGER, L.L.; MERCHEN, N.R. et al. Effects of feed intake and protein degradability on ruminal characteristics and site of digestion in steers. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.8, p.2111-2123, 1986.

GESUALDI JÚNIOR, A.; VELOSO, C.M.; PAULINO, M.F. et al. Níveis de concentrado na dieta de bovinos F1 Limousin x Nelore: Peso dos órgãos internos e trato digestivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p.1886-1871, 2001.

GUIMARÃES, R.F. **Ganho de peso, consumo e conversão alimentar, composição corporal e características de carcaça de novilhos mestiços, durante o ganho compensatório**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, p. 111, 1999.

HALL, M.B. **Neutral detergent-soluble carbohydrates**. Nutritional relevance and analysis. Gainesville: University of Florida, 76p., 2000.

HOGG, B.W. Compensatory growth in ruminants. In: **Growth regulation in farm animal – advances in meat research**. Corvallis Oregon: Ed. Elsevier, 7, 103-134, 1991.

HORNICK, J.L.; EENAEMEA, C. V.; GE´RARDA, O.; DUFRASNE, I.; ISTASSE, L. Mechanisms of reduced and compensatory growth. **Domestic Animal Endocrinology**, v.19, p.121-132, 2000.

HORNICK, J.L.; VAN EENAEME, C.; CLINQUART, A. et al. Different periods of feed restriction before compensatory growth in Belgian Blue bulls: I. Animal performance, nitrogen balance, meat characteristics, and fat composition. **Journal of Animal Science**. v.76, p.249-259, 1998.

LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. Compensatory growth. In: **Growth of farm animals**. CAB International, p.219-246,1997.

LONG, R. J.; DONG, S. K.; HU, Z. Z.; SHI, J. J.; DONG, Q. M.; HAN, X. T. Digestibility, nutrient balance and urinary purine derivative excretion in dry yak cows fed oat hay at different levels of intake. **Livest. Prod. Sci.**, v.88, p.27-32, 2004.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: **Forage quality evaluation and utilization**. Nebraska: American Society of Agronomy, p.450-493, 988p. 1994.

MURPHY, T.A.; LOERCH, S.C. Effects of restricted feeding of growing steers on performance, carcass characteristics, and composition. **Journal of Animal Science**, v.72, p.2497-2507, 1994.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Nutrient requirements of beef cattle. 7th rev. Washington, D.C.: Natl. Acad. Sci., 242p., 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 381p., 2001.

OWENS, F.N.; DUBESKI, P.; HANSON, C.F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign: v.71, n.11,p.3138-3150, 1993.

PESSOA, R.A.S.; LEÃO, M.I.; FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; QUEIROZ, A.C. Balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana em novilhas leiteiras alimentadas com palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e ureia associados a diferentes suplementos. **R. Bras. Zootec.**, v.38, n.5, p.941-947, 2009.

RENNÓ, L. N.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, M. F.; LEÃO, M. L.; VALADARES, R. F. D.; RENNO, F. P.; PAIXÃO, M. L. Níveis de ureia na ração de novilhos de quatro grupos genéticos: parâmetros ruminais, ureia plasmática e excreções de ureia e creatinina. **R. Bras. Zootec.**, v. 37, n. 3, p. 556-562, 2008.

RYAN, W.J. Compensatory growth in cattle and sheep. **Nutrition Abstracts and Reviews (Series B)**, Aberdeen: v.60, n.9, p.653-664, 1990.

RYAN, W.J.; WILLIAMS, I.H.; MOIR, R.J. Compensatory growth in sheep and cattle. I. Growth pattern and feed intake. **Australian Journal Agriculture Research**. v.44, p.1609-1621, 1993.

SAINZ, R.D. Crescimento compensatório em bovinos de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE. Campinas, 1998. **Anais...Campinas, CBNA**, p.22-38, 1998U.

SAMPAIO, I.B.M. **Estatística aplicada à experimentação animal**. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 221p., 1998.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa: UFV, 235p, 2002.

VALENTE, T.N.P. **Ganho de peso de novilhas mestiças leiteiras submetidas ou não à restrição alimentar antes do período seco**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Zootecnia, 30p.,2006.

WEISS, W.P.; CONRAD, H.R.; PIERRE, R.S. A theoretically-base model for predicting total digestible nutrient values of a forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 39, p. 95-119, 1992.

WRIGHT, I.A.; RUSSEL, A.J.F. Changes in the body composition of beef cattle during compensatory growth. **Animal Production**, v.52, n.1 p.105-113, 1991.

WRIGHT, I.A.; RUSSEL, A.J.F; HUNTER, E.A. Compensatory growth in cattle grazing different vegetation types. **Animal Production**, v. 48, p. 43-50, 1989.

YAN, T.; FROST, J.P.; KEADY, T.W.J.; AGNEW, R.E.; MAYNE, C.S. Prediction of nitrogen excretion in feces and urine of beef cattle offered diets containing grass silage. **Journal of Animal Science**, Albany, v.85, p. 1982-1989, 2007.

## CAPITULO 3

### Perfil metabólico de novilhas da raça Guzerá em diferentes planos alimentares

#### RESUMO

Objetivou-se com este experimento avaliar o perfil metabólico de novilhas da raça Guzerá sob dois planos alimentares. Foram utilizadas 12 novilhas, com peso vivo inicial médio de  $450 \pm 20$  kg. O experimento foi realizado em duas fases, sendo que em cada uma delas os animais foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos, com seis animais cada. Os tratamentos dos grupos 1 e 2, nas duas fases, consistiram em fornecimento de diferentes quantidades de matéria seca aos animais. Na primeira fase, ao grupo um, denominado ganho intermediário, forneceu-se quantidade de matéria seca que permitia ganhos médios de peso de 500 g/dia (alimentação controlada), e ao grupo 2, denominado ganho restrito, forneceu-se quantidade de matéria seca que permitia ganhos de peso médios de 100 g/dia (alimentação restrita). Na segunda fase, os mesmos animais, nos dois grupos, receberam dieta *ad libitum*, permitindo-se ganho de peso livre. Imediatamente após o término do ensaio de digestibilidade realizado em cada fase, coletaram-se amostras de sangue. A coleta foi realizada às 7h da manhã, antes da alimentação matinal, sem imposição de jejum prévio aos animais. Comparando-se as fases, no tratamento do grupo 1 a concentração plasmática de glicose na fase 2 (90,57 mg/dL) foi maior ( $p < 0,05$ ) que na fase de alimentação controlada (82,04 mg/dL)). No tratamento do grupo 2 não foram observadas diferenças ( $p > 0,05$ ) entre as fases quanto às concentrações plasmáticas de glicose e insulina. Para  $\beta$ -HBO, AGNE e colesterol total não foram observadas diferenças ( $p > 0,05$ ) entre fases no grupo 1. Em contrapartida, para as variáveis colesterol HDL e triglicerídeos foram observadas diferenças significativas. Para o grupo 2, em que a primeira fase refere-se à restrição em níveis de manutenção e a fase 2 à alimentação *ad libitum*, somente o colesterol ( $p > 0,05$ ) não apresentou diferença entre as fases. As variáveis AGNE e triglicerídeos tiveram as suas concentrações médias plasmáticas maiores para a primeira fase em relação à segunda.

Palavra-chave: bioquímica, glicose, insulina, plasma, restrição, zebu.

## Metabolic profile of Guzera heifers in different food plans.

### ABSTRACT

The objective of this experiment was to evaluate the metabolic profile of heifers Guzera under two food plans. 12 heifers were used, with an average initial weight of  $450 \pm 20$  kg. The experiment was conducted in two phases, and in each of them the animals were randomly assigned into two groups, with six animals each. The treatment of the groups 1 and 2 in two phases consisted of supplying different quantities of dry matter to the animals. In the first stage, to the group one, called intermediate gain was supplied amount of dry matter that allowed average weight gain of 500 g / day (controlled diet), and the second group, called restricted gain was supplied amount of dry matter that allowed average weight gain of 100 g / day (restricted feeding). In the second phase, the same animals in both groups received diet ad libitum, allowing to gain free weight. Immediately after the digestibility trial performed with each phase, were collected blood samples. The collection was carried out at 7 am, before the morning feeding, without imposing previous fasting to the animals. Comparing the phases in the treatment group 1 the plasma glucose concentration in step 2 (90.57 mg / dL) was greater ( $p < 0.05$ ) than the feeding phase controlled (82.04 mg / dL). In the treatment group 2 were no differences ( $p > 0.05$ ) between the phases as plasma concentrations of glucose and insulin. For  $\beta$ -HBO, NEFA and total cholesterol were no differences ( $p > 0.05$ ) between phases in group 1. On the other hand, for the variables HDL cholesterol and triglycerides significant differences were observed. For the group 2, in which the first phase refers to the restriction of maintenance levels and phase 2 to the ad libitum feeding, only cholesterol ( $p > 0.05$ ) did not differ between the phases. The NEFA variables and triglycerides had their higher plasma mean concentrations for the first phase from the second.

Key words: biochemistry, glucose, insulin, plasma, restriction, zebu.

## INTRODUÇÃO

Em sistemas de produção de leite e carne a pasto, em clima tropical, verifica-se ao longo do ano a alternância de períodos com abundância e escassez de alimentos. Durante a estação seca do ano podem faltar alimentos ou nutrientes, havendo limitação no crescimento do animal. No entanto, em período subsequente de disponibilidade de alimentos, pode-se perceber nos animais que sofreram restrição alimentar taxas de ganho de peso superiores. Para essa alteração na curva de ganho de peso do animal dá-se o nome de ganho compensatório (Connor et al., 2009).

As necessidades energéticas e proteicas para o organismo do animal sob restrição alimentar são supridas a partir da mobilização de nutrientes dos tecidos, o que resulta na perda de condição corporal e de peso ponderal (Esminger, 1987). Conforme Hogg (1991), durante o ganho compensatório, parte das alterações do peso do animal resulta da recuperação da atividade metabólica e do peso do fígado e do intestino delgado.

Diferentes planos nutricionais podem provocar alterações de metabólitos sanguíneos, o que permite diagnosticar a mobilização de nutrientes, bem como a capacidade do animal em manter a homeostase. Segundo Diaz Gonzalez & Scherer (2002), o estudo da composição bioquímica do sangue já é realizado há décadas, principalmente para fins de avaliação patológica e clínica em casos individuais. Normalmente a avaliação sanguínea visa diagnósticos emergenciais, sendo que o animal não se encontra em condição de saúde plena. Para avaliação do *status* metabólico de animais zebuínos faltam padrões e valores basais como critérios de avaliação. A correta interpretação das concentrações dos metabólitos sanguíneos pode se constituir como importante ferramenta para avaliação de diferentes planos alimentares.

Objetivou-se com este experimento avaliar o perfil bioquímico do plasma de novilhas da raça Guzerá submetidas a diferentes planos alimentares.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Calorimetria e Metabolismo Animal (LAMACA), pertencente ao Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, localizada em Belo Horizonte, Minas, Gerais, Brasil, de fevereiro a dezembro de 2014. Os procedimentos

experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da UFMG (Protocolo CEUA nº 129/2015).

Utilizaram-se 12 novilhas não gestantes da raça Guzará, com peso vivo inicial médio de  $450 \pm 20$  kg e idade média de  $29 \pm 5$  meses, provenientes da Fazenda Santa Paula, localizada no município de Curvelo, Minas Gerais. Os animais foram mantidos em galpão de confinamento do tipo *tie stall*, com piso de concreto recoberto por tapetes de borracha do Tipo Vedovatti. Cada animal tinha à disposição cocho e bebedouro individual.

Anteriormente ao experimento todos os animais passaram por doma racional, foram vacinados (raiva, clostridioses e aftosa), vermifugados (Levamisol + Ivermectina), tratados com ectoparasiticida (Fipronil) e receberam uma dose de vitaminas A, D e E, por via subcutânea.

O período experimental foi dividido em duas fases, definidas a partir da medição diária do consumo de alimentos e das pesagens dos animais. Quando houve estabilização do consumo e do ganho de peso iniciaram-se as medições. A primeira fase durou 185 dias e a segunda 118 dias. Os animais foram distribuídos aleatoriamente nos dois grupos, com seis animais cada. Na primeira fase, ao grupo um, denominado ganho intermediário, forneceu-se quantidade de matéria que permitia ganhos médios de peso de 500 g/dia (alimentação controlada), e ao grupo 2, denominado ganho restrito, forneceu-se quantidade de matéria seca que permitia ganhos de peso médios de 100 g/dia (alimentação restrita) (Tabela 1). Na segunda fase, todos os animais, nos dois grupos, receberam dieta *ad libitum*, permitindo-se ganho de peso livre. A quantidade diária de alimentos foi dividida em duas partes iguais, que eram fornecidas pela manhã e à tarde. Os consumos individuais diários de matéria seca foram registrados. As pesagens dos animais foram realizadas a cada 15 dias, durante todo o período experimental.

**Tabela 1-** Detalhamento dos grupos em cada fase experimental

Grupo	Primeira Fase	Segunda Fase
1- Ganho intermediário	Alimentação controlada (ganho 500 g/dia)	Alimentação <i>ad libitum</i>
2- Ganho restrito	Alimentação restrita (ganho 100 g/dia)	Alimentação <i>ad libitum</i>



As dietas experimentais (Tabela 2) foram formuladas de acordo com o NRC (2000), sendo compostas de silagem de milho e concentrado na proporção de 69:31, com base na matéria seca (MS). O concentrado foi formulado à base de milho moído, farelo de soja, ureia e núcleo mineral (BRBeef Fos Cria – BRNova, Hortolândia/SP). As dietas foram fornecidas em cochos individuais, duas vezes ao dia (8h e 14h), divididas em quantidades iguais. A composição das dietas era a mesma entre os grupos, em cada fase, só variando a quantidade de matéria seca oferecida.

**Tabela 2** - Composição das dietas experimentais

Item	Fase 1	Fase 2
Silagem de milho <sup>1</sup>	700,0	700,0
Fubá de milho <sup>1</sup>	246,1	233,6
Farelo de soja <sup>1</sup>	51,2	63,2
Ureia <sup>1</sup>	3,0	3,0
Núcleo mineral <sup>2</sup>	0,1	0,1
Matéria Seca (MS), %	318,3	322,3
Proteína Bruta <sup>3</sup>	83,8	86,9
Extrato Etéreo <sup>3</sup>	24,9	24,1
Fibra em Detergente Neutro <sup>3</sup>	385,3	385,1
Fibra em Detergente Ácido <sup>3</sup>	217,9	217,7
Carboidratos Não Fibrosos <sup>3</sup>	302,3	300,0
Energia Bruta (Mcal/kg de MS)	3,55	3,54

<sup>1</sup>Quantidade em 1000 kg de dieta; <sup>2</sup>Composição: Ca: 190 g/kg; P: 90 g/kg; Na: 210 g/kg; Mg: 13 g/kg; Co: 219 mg/kg; Cu: 1.466 mg/kg; Mn: 1.100 mg/kg; Se: 30 mg/kg; Zn: 5.400 mg/kg e I: 90 mg/kg; <sup>3</sup>Expressos em porcentagem da matéria seca

Após as coletas para a digestibilidade de cada fase experimental foram obtidas amostras de sangue, coletadas por punção da veia/artéria coccígea utilizando-se sistema de coleta a vácuo, visando estudo do perfil bioquímico do plasma das novilhas. As amostras de sangue foram colhidas por volta das 7h da manhã, antes da alimentação matinal, sem imposição de jejum prévio aos animais. Em função do tipo de metabólito, as amostras coletadas de sangue foram acondicionadas em tubos do tipo *vacutainer* siliconados sem anticoagulante (análise de insulina) ou com ácido etilenodiaminatertracético – EDTA (análises de  $\beta$ -hidroxibutirato -  $\beta$ -HBO, ácidos graxos não esterificados - AGNE, proteína total, ureia, albumina, colesterol total, colesterol HDL, triglicerídeos) ou com fluoreto de sódio (análise de glicose).

Posteriormente, para separação do plasma, todas as amostras de sangue dos tubos foram centrifugadas a 3.500 rpm por 10 minutos, sendo o plasma acondicionado em tubos do tipo *Eppendorf*, armazenados a  $-20^{\circ}\text{C}$ , para posteriores dosagens dos metabólitos.

As análises das concentrações plasmáticas de glicose,  $\beta$ -HBO e AGNE foram realizadas no Laboratório de Patologia Clínica (Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária da Escola de Veterinária da UFMG), utilizando os respectivos *kits* enzimáticos comerciais: Katal<sup>®</sup> (Belo Horizonte/MG), para glicose e Randox<sup>®</sup>, para  $\beta$ -HBO (Kit FA 1007 - Randox<sup>®</sup> - Irlanda) e AGNE (Kit FA 115 - Randox<sup>®</sup> - Irlanda), segundo as recomendações do fabricante.

As análises das concentrações de insulina no plasma foram realizadas por imunoensaio pós-extração utilizando o *kit* DSL-10-5600 ACTIVE<sup>®</sup>IGF-I ELISA (*Diagnostic Systems Laboratories Inc.*, Webster/TX/EUA), no Laboratório de Patologia Clínica da Universidade Estadual Paulista, campus Dracena/SP.

As análises das concentrações plasmáticas de proteína total (proteínas totais ref. 99), colesterol total (colesterol liquiform ref. 76), colesterol HDL (colesterol HDL ref. 13), albumina (albumina ref. 19), triglicerídeos (triglicérides liquiform ref. 87), ureia (ureia CE ref. 27) e creatinina (creatinina ref. 35) foram realizadas no Laboratório de Cromatografia da Embrapa Gado de Leite, localizada em Juiz de Fora, Minas Gerais, utilizando-se método colorimétrico e *kits* comerciais da empresa Labtest Diagnóstica S.A. (Lagoa Santa/MG).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cada animal representando uma parcela experimental. Foram utilizados dois tratamentos em cada período experimental, com seis repetições. Os parâmetros analisados foram submetidos ao teste de normalidade, em que as variáveis que não apresentaram normalidade foram transformadas em logaritmo ( $\text{Log } x+1$ ) (Sampaio, 1998).

Dentro de cada plano de alimentação realizou-se o teste t-pareado, utilizando o procedimento TTEST do SAS versão 9.0, para comparar o perfil bioquímico sanguíneo das novilhas (Primeira x Segunda Fase do experimento). Efeitos foram considerados significativos quando  $P \leq 0,05$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As concentrações de glicose e insulina no plasma das novilhas do grupo 1 foram maiores ( $p < 0,05$ ) na fase 2 (alimentação *ad libitum*) em relação à de alimentação controlada (Fase 1) (Tabela 3). As novilhas sob grupo 2 apresentaram concentrações plasmáticas de glicose semelhantes ( $P > 0,05$ ) entre as fases e de insulina menores ( $P < 0,0001$ ) na fase 1, na qual foi feita a restrição nutricional.

Os valores observados no presente experimento para concentrações de glicose no plasma foram inferiores aos relatados por Trindade Júnior (2013), que trabalhando com novilhas 5/8 Guzerá Leiteiro x 3/8 Holandês, com média de 12 meses, em ganho compensatório, encontraram valores de 99,44 mg/dL para o período de restrição alimentar e 107,90 mg/dL para a realimentação. Por outro lado, Bezerra (2009), avaliando o ganho compensatório de novilhas da raça Sindi, com média de 21 meses, encontrou concentrações de glicose no plasma de 55,5 mg/dL para fase de restrição e de 60,5 mg/dL para a realimentação, sendo, portanto, inferiores aos observados no presente experimento.

**Tabela 3** - Concentrações plasmáticas de glicose (mg/dL) e insulina (uIU/mL), de novilhas sob diferente planos alimentares

Metabólito	Fase <sup>a</sup>		Erro-padrão da média	Valor de P
	1	2		
Grupo 1				
	Alimentação controlada	Alimentação <i>ad libitum</i>		
Glicose (mg/dL)	82,04 b	90,57 a	2,3754	0,0157
Insulina (uIU/mL)	13,37 b	19,00 a	0,7833	0,0008
Grupo 2				
	Alimentação restrita	Alimentação <i>ad libitum</i>		
Glicose (mg/dL)	88,09	93,47	3,0801	0,1555
Insulina (uIU/mL)	8,09 b	18,26 a	0,4261	<0,0001

<sup>a</sup>Letras distintas na mesma linha indicam médias diferentes pelo teste t-pareado ( $P \leq 0,05$ )

Os principais precursores da glicose em ruminantes são o propionato, o lactato e aminoácidos, sendo que a glicose é necessária para reciclagem e síntese de gordura. Sobre o controle homeostático da glicose em ruminantes é necessário considerar a produção e uso da glicose no corpo, tanto quanto o fornecimento alternativo de substratos energéticos (McDowell, 1983). Nos ruminantes, é necessária uma concentração sanguínea de glicose de 30 a 60 mg/dL para processos fisiológicos normais (Bergman, 1996). Entretanto, os valores encontrados no presente trabalho

foram superiores ao esperado, o que pode ser explicado pela idade em que se encontravam, com intensa atividade metabólica, já que de acordo com Tedeschi et al. (2000) os animais ainda estão em crescimento aos 36 meses de idade.

Trabalhando com novilhos *Angus* x *Hereford*, Ellenberger et al. (1989) encontraram menores concentrações plasmáticas de glicose nos animais sob restrição alimentar (84,0 mg/dL) em relação aqueles que receberam alimentação *ad libitum* (93,3 mg/dL). Oliveira et al. (2005), trabalhando com novilhas da raça Holandesa com peso vivo médio final de 336,8 kg, recebendo dieta constituída por silagem de milho, cana-de-açúcar e concentrado, com níveis crescentes de administração de monensina, encontraram valores de 83,77mg/dL para o grupo controle. Mendes et al. (2005) também não observaram diferenças nas concentrações plasmáticas de glicose ao avaliarem diferentes fontes energéticas, tendo encontrado em dietas à base de milho valores de 80 mg/dL para novilhos cruzados Simental x Nelore alimentados com 61% de concentrado.

A ausência de variação significativa no teor de glicose no grupo 2, entre as fases 1 e 2 (alimentação restrita e alimentação *ad libitum*, respectivamente) não era esperada. Mecanismos homeostáticos que controlam a glicemia tornam difícil estabelecer uma clara relação entre estado nutricional e níveis de glicose, pois além de grande parte dos tecidos utilizarem ácidos graxos livres (AGL) e corpos cetônicos como fonte energética, o fígado destes animais possui alta função neoglicogênica (Peixoto & Osório, 2007). Para Hoch et al. (2003), as adaptações do metabolismo energético e proteico permitem melhor aproveitamento dos alimentos por parte dos animais, sendo esses processos adaptativos são regulados pelos hormônios insulina, imunoglobulinas e hormônio do crescimento.

Para as concentrações plasmáticas de insulina no grupo 1 cabe destacar a diferença estatística ( $P < 0,05$ ) para as concentrações de insulina (13,37 uIU/mL para a primeira fase) e 19,00 uIU/mL para a segunda fase (alimentação *ad libitum*). Valores de insulina podem ser reflexo das diferenças ( $P < 0,05$ ) constatadas na concentração de glicose.

O presente trabalho apresentou resultados que corroboram aqueles descritos por Choi et al. (1997) e Ford & Park (2001), que observaram redução nos níveis de insulina circulante durante períodos de restrição energética/proteica, seguido de incremento na fase de realimentação. A insulina possui ação antilipolítica, auxiliando a redução da mobilização de ácidos graxos das reservas de gordura corporal (Ford e Park, 2001). Os

autores também concluíram que quando as fêmeas sofreram um período de realimentação seguido por um período de restrição, a concentração de insulina no plasma aumentou 68% acima do grupo controle.

Trindade Júnior (2013) utilizando novilhas 5/8 Guzerá Leiteiro x 3/8 Holandês, com idade média de 12 meses, relatou, respectivamente, para as fases de restrição e de realimentação, concentrações de insulina de 12,10 e 14,73 uIU/mL.

A maior produção de propionato levaria à maior gliconeogênese hepática, elevando as concentrações de glicose e desencadeando maiores concentrações plasmáticas de insulina (Ingvarlsen & Andersen, 2000). Um dos efeitos do aumento da concentração plasmática de insulina seria sobre o metabolismo lipídico, inibindo a liberação de AGNE do tecido adiposo (Chilliard et al., 2001).

Não foram observadas diferenças entre fases ( $p > 0,05$ ) quanto às concentrações plasmáticas de  $\beta$ -HBO, AGNE e colesterol total no plasma das novilhas sob do grupo 1. A concentração plasmática de colesterol HDL foi maior ( $P = 0,0270$ ) na fase 2, que apresentou ganho médio de peso de 1,2 kg/dia, sendo a de triglicerídeos menor ( $P = 0,0303$ ) nesta mesma fase (Tabela 4). Sob ganho restrito (grupo2) foram observadas diferenças ( $P < 0,05$ ) entre as fases 1 e 2 nas concentrações plasmáticas de  $\beta$ -HBO, AGNE, colesterol HDL e triglicerídeos, enquanto que as concentrações de colesterol total foram semelhantes ( $P > 0,05$ ) entre fases.

As concentrações plasmáticas de AGNE e de  $\beta$ -BHB estão relacionadas com a taxa de mobilização de reservas lipídicas, sendo indicadoras de *status* de balanço energético (González et al., 2000). A ausência de diferença ( $P > 0,05$ ) nas concentrações destes dois metabólitos no plasma das novilhas sob ganho intermediário explica-se pela hipótese de que os requerimentos de manutenção foram atendidos em ambas as fases, de forma que provavelmente não houve quadro de mobilização lipídica intensa nestes animais. Por outro lado, as diferenças ( $p < 0,05$ ) observadas nas concentrações de AGNE e de  $\beta$ -BHB no plasma das novilhas do grupo 2 podem ser explicadas pela restrição alimentar imposta na fase 1, permitindo ganho de apenas 100 g/dia, seguida da realimentação (fase 2), onde ganhos de 1,2 kg/dia foram permitidos.

Lipinski (2013) propôs valores de referência para concentrações plasmáticas de  $\beta$ -BHB entre 0,203 e 0,666 mmol/L para vacas secas, enquanto que Kaneko et al. (2008) relataram valores inferiores a  $0,55 \pm 0,04$  mmol/L. Para concentração de AGNE no plasma de vacas secas, Kaneko et al. (2008) relataram valores inferiores a 0,4

mmol/L. As concentrações plasmáticas destes dois metabólitos obtidas no presente estudo (Tabela 4) estão dentro das faixas de valores apresentadas por estes autores.

**Tabela 4** - Concentrações de  $\beta$ -hidroxibutirato ( $\beta$ -HBO) e ácidos graxos não-esterificados (AGNE), colesterol total, colesterol HDL e triglicerídeos no plasma de novilhas sob diferentes planos alimentares

Metabólito	Fase <sup>a</sup>		Erro-padrão da média	Valor de P
	1	2		
Grupo 1				
	Alimentação controlada	Alimentação <i>ad libitum</i>		
$\beta$ -HBO (mmol/L)	0,216	0,297	0,0374	0,0825
AGNE (mmol/L)	0,104	0,101	0,0211	0,9139
Colesterol Total (mg/dL)	129,67	126,66	5,9409	0,5964
Colesterol HDL (mg/dL)	48,07 b	54,10 a	1,9480	0,0270
Triglicerídeos (mg/dL)	22,83 a	15,50 b	2,4478	0,0303
Grupo 2				
	Alimentação restrita	Alimentação <i>ad libitum</i>		
$\beta$ -HBO (mmol/L)	0,250 b	0,382 a	0,0444	0,0409
AGNE (mmol/L)	0,241 a	0,103 b	0,0330	0,0139
Colesterol (mg/dL)	112,26	133,60	10,3740	0,1088
Colesterol HDL (mg/dL)	42,56 b	58,45 a	3,5948	0,0115
Triglicerídeos (mg/dL)	22,84 a	12,50 b	0,7260	0,0001

<sup>a</sup>Letras distintas na mesma linha indicam médias diferentes pelo teste t-pareado ( $P \leq 0,05$ )

Para Chelikani et al. (2004), a restrição alimentar provoca troca no equilíbrio de energia devido a níveis reduzidos de glicose no sangue, e com isso a utilização de ácidos graxos se torna a fonte principal de energia. Tal relação pode ser vista no presente experimento, principalmente quando aos resultados encontrados no grupo 2. Apesar da falta de diferença significativa ( $p > 0,05$ ) para os valores de glicose, os valores de AGNE do grupo 2 apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ), sendo de 0,241 mmol/L para a fase com alimentação restrita (fase 1), e 0,103 mmol/L na fase 2 (*ad libitum*).

Em bezerras submetidas a dietas com restrição energética por 95 dias, Yambayamba et al. (1996) verificaram nos primeiros 20 e 48 dias reduções nas concentrações de glicose plasmática, respectivamente de 14% e 16% em relação aos animais com ganho intermediário. Para as concentrações plasmáticas de AGNE observaram-se, em relação ao controle, incrementos significativos de 65% e 109%, respectivamente, demonstrando que durante o período de restrição alimentar, há um

deslocamento no balanço energético, pois a redução na concentração de glicose sérica torna os ácidos graxos a principal fonte de energia.

Citando vários autores, Fiems et al. (2007) relataram que a restrição alimentar seguida por um período de realimentação pode modificar as concentrações plasmáticas de metabólitos em novilhos, novilhas, touros e vacas. Esses autores afirmaram que as concentrações plasmáticas de AGNE e de ureia podem aumentar durante períodos de restrição alimentar ou fome. Corroborando para tal citação, o presente trabalho encontrou valores maiores para as duas variáveis citadas por Fiems et al. (2007), conforme tabela 3 e 4.

Assim como neste experimento, Hoch et al. (2003) também detectaram diminuição do nível de glicose quando o tempo de restrição se prolongou. Contudo, os valores encontrados para glicose para o tratamento de grupo 1 não apresentaram diferença significativa ( $p > 0,05$ ). Com a redução da glicose sérica, os animais mobilizam ácidos graxos do tecido gorduroso durante a restrição alimentar, permitindo que o uso de proteína e energia seja poupado. Porém, caso o animal seja submetido a severa e gradual deficiência de energia, existirá grande mobilização de proteína muscular na tentativa de manter a homeostase energética, e em especial do teor de glicose sanguínea. Neste caso o animal deixa de depositar tecido muscular, o que inibe o seu desenvolvimento. No presente experimento, em nenhum momento os animais deixaram de ganhar peso (conforme capítulo 2), o que nos permite concluir que os níveis de restrição adotados não foram severos. Assim que submetidos à realimentação, os animais recuperaram seus valores séricos proteicos e de glicose. Hoch et al. (2003) também detectaram que a concentração de ureia e glicose do plasma recuperam seus valores após poucas semanas de realimentação.

Em estudo para avaliar o ganho compensatório de novilhas da raça Sindi, com idade de 21 meses, Bezerra (2009) relatou concentrações plasmáticas de colesterol total (101,24 mg/dL) próximas às observadas no presente estudo (Tabela 4). Lipinski (2013) propôs valores de referência para concentração plasmática de colesterol total para novilhas acima de 24 meses de 57,30 a 245,30 mg/dL. As concentrações deste metabólito observadas no presente estudo (Tabela 4) estão dentro da faixa sugerida por este autor. Valores mais elevados de colesterol sérico encontrados para os animais na fase adulta possivelmente são decorrentes das maiores quantidades de alimento ingerido (Chilliard et al., 2001).

De acordo com os resultados dos trabalhos citados, não era esperada a ocorrência de mobilização de reservas corporais. A falta de alterações nas concentrações plasmáticas de colesterol de fato não ocorreu. Maruta (2005) também não encontrou alteração nos valores de colesterol plasmático ao longo do período de 48 horas de jejum imposto.

Em relação aos níveis de triglicerídeos no plasma foram observadas diferenças ( $P < 0,05$ ) entre fases tanto para as novilhas sob ganho intermediário quanto sob ganho restrito (Tabela 4). No entanto, os valores estão acima do considerado normal (18mg/dL) por Byers & Schelling (1993). Já para Lipinski (2013), a faixa de normalidade para as concentrações plasmáticas seriam de 11,90 a 51,40 mg/dL, para vacas secas acima de 24 meses.

Segundo Payne & Payne (1987) e Dirksen et al. (1993), as concentrações plasmáticas de ureia, albumina, globulina e proteína total são bons indicadores de metabolismo proteico. Nas novilhas do grupo 1 não foram observadas diferenças ( $p > 0,05$ ) quanto às concentrações plasmáticas de proteína total, ureia e albumina nas duas fases avaliadas. Para as novilhas do grupo 2, as concentrações plasmáticas de proteína total e ureia foram maiores ( $P < 0,05$ ) na fase 2, de realimentação, não havendo diferença entre fases ( $P > 0,05$ ) para a concentração de albumina (Tabela 5).

**Tabela 5** - Concentrações de proteína total, ureia e albumina no plasma de novilhas sob diferentes planos alimentares

Metabólito	Fase <sup>a</sup>		Erro-padrão da média	Valor de P
	1	2		
Grupo 1				
	Alimentação controlada	Alimentação <i>ad libitum</i>		
Proteína Total (mg/dL)	8,13	8,27	0,4055	0,7556
Ureia (mg/dL)	24,94	29,12	2,1878	0,1145
Albumina (mg/dL)	3,15	3,29	0,1441	0,4695
Grupo 2				
	Alimentação restrita	Alimentação <i>ad libitum</i>		
Proteína Total (mg/dL)	7,24 b	8,08 a	0,2135	0,0171
Ureia (mg/dL)	22,48 b	32,14 a	1,4697	0,0028
Albumina (mg/dL)	2,95	2,81	0,2736	0,7207

<sup>a</sup>Letras distintas na mesma linha indicam médias diferentes pelo teste t-pareado ( $P \leq 0,05$ )

A determinação de proteínas totais em plasma de sangue bovino é utilizada como indicador de saúde e nutrição animal, sendo que baixas concentrações deste



metabólito são verificadas em casos de deficiência de proteína na dieta (Luca & Reis, 2001). De acordo com Swenson (1996), concentração plasmática de 7,0 mg/dL de proteínas totais é indicativa de síntese proteica para ganho compensatório. Por outro lado, valores superiores a este para animais em ganho compensatório podem estar relacionados com menor síntese proteica em favorecimento da deposição de gordura na fase final de confinamento. Fagliari et al. (1991) encontraram para novilhas da raça Guzerá, com 18 a 24 meses de idade, concentrações plasmáticas entre 7,52 e 7,79 mg/dL, durante período de, aproximadamente, 100 dias de confinamento.

Os valores obtidos no presente experimento (5,84 a 7,37 mg/dL; Tabela 5) estão próximos da faixa de 6,79 a 10,27 mg/dL proposta por Lipinski (2013) para vacas secas com 24 meses. No grupo 2 houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre as fases.

Pode-se dizer que as concentrações plasmáticas de ureia observadas no presente trabalho (Tabela 5) estão, de modo geral, relacionadas com os teores de proteína bruta nas dietas (Tabela 2). Nicoletti et al. (1981) relataram concentrações de ureia variando de 19,84 a 36,25 mg/dL no soro sanguíneo de 60 novilhas de diversas raças, enquanto que Gregory et al. (2004) relataram valor médio de  $28,35 \pm 10,94$  mg/dL para ureia no plasma de vacas da raça Jersey. As concentrações de ureia no plasma das novilhas do presente estudo (22,48 a 32,14 mg/dL; Tabela 5) estão dentro da faixa relatada por Nicoletti et al. (1981) e Gregory et al. (2004).

Para Stradiotti Júnior & Cosér (2012), o aumento nas concentrações de albumina e ureia plasmáticas podem ser decorrentes de um melhor aproveitamento dos componentes proteicos da dieta pelos animais. A albumina é sintetizada no fígado, e sua concentração pode ser alterada pelo aporte proteico na ração. Gonzáles (2000) relatou que concentração menor que de 2 mg/dL de albumina no plasma de bovinos mestiços (Charolês x Nelore) é indicativa de subnutrição severa. Na tabela 5 todos os valores encontrados para albumina estão acima do valor de 2 mg/dL, podendo ser devido ao melhor aporte nutricional a que estes animais estavam submetidos, independente dos tratamentos. Mais uma vez destaca-se que os diferentes tratamentos impostos ao longo do período experimental não foram capazes de promover alterações na fisiologia dos animais, especialmente quanto ao *status* proteico, em vista da elevada concentração de albumina encontrada, e considerando-se ser este um importante indicador do *status* proteico.

Nota-se que os resultados encontrados para proteína total, ureia e albumina neste trabalho seguiram sumariamente os trabalhos citados. Valores menores foram

encontrados nas fases iniciais (Grupo 1 e 2, fase 1), e maiores na fase 2, com alimentação *ad libitum*, o que se correlaciona com o ganho compensatório.

A determinação de parâmetros sanguíneos atrelada ao estudo exigências nutricionais da raça Guzará em diferentes planos de alimentação pode contribuir para o banco de dados brasileiro aprimorado, pois segundo Valadares Filho et al. (2010), ainda é necessário o desenvolvimento de mais trabalhos de pesquisa nesta área.

## CONCLUSÕES

Os diferentes planos nutricionais adotados não provocaram alterações nos níveis fisiológicos de parâmetros sanguíneos.

A restrição nutricional imposta na fase 1 não provocou alterações que pudessem prejudicar o desenvolvimento, sendo todos os animais recuperaram de forma satisfatória o *status* metabólico na fase de consumo *ad libitum*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERGMANN, J. A. G.; ZAMBORLINI, L. C.; PROCÓPIO, C. S. O; ANDRADE, V.J.; VALE FILHO. Estimativas de parâmetros genéticos de perímetro escrotal e do peso corporal em animais da raça Nelore. **Arq. Bras. Med. Vet. Zoot.**, Belo Horizonte, v. 48, n. 1, p. 69-78, 1996.

BEZERRA, L. R. **Restrição alimentar e ganho compensatório em novilhas das raças Sindi e Guzará.** / Leilson Rocha Bezerra. -Areia: UFPB/CCA, 2009. 101 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) -Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2009.

BYERS, F.M. & SCHELLING, G.T. **Los lípidos em la nutrición de los rumiantes.** In: Church CD. El Rumiante: fisiología digestiva y nutrición. Zaragoza: Acribia; p. 339-356, 1993.

CHELIKANI, P.K.; AMBROSE, J.D.; KEISLER, D.H.; KENNELLY, J.J. Effect of short-term fasting on plasma concentrations of leptin and other hormones and metabolites in dairy cattle. **Domestic Animal Endocrinology**, v.26, p.33-48, 2004.

CHILLIARD, Y.; BONNET, M.; DELAVALD, C.; FAULCONNIER, Y.; EROUX, C.; DJIANE, J.; BOCQUIER, F. Leptin in ruminants. Gene expression in adipose tissue and

mammary gland, and regulation of plasma concentration. **Domestic A. Endocrinology**, v.21, p.271-295, 2001.

CHOI, Y.J., HAN, I.K., WOO, J.H., LEE, H.J.; JANG, K.; MYUNG, K.H.; KIM, Y.S. Compensatory growth in dairy heifers: the effect of a compensatory growth pattern on growth rate and lactation performance. **J. Dairy Sci.** v.80, p.519-524, 1997.

CONNOR, E.E.; KAHL, S.; ELSASSER, T.H.; PARKER, J.S.; LI, R.W.; VAN TASSELL, C.P.; BALDWIN, R.L.; BARAO, S.M. Enhanced mitochondrial complex gene function and reduced liver size may mediate improved feed efficiency of beef cattle during compensatory growth. **Functional & integrative genomics**, v.10, n.1, p.39-51, 2009.

DIAZ GONZALEZ, F.H.; SCHERER, J.F.S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINARIA, n.29, 2002, Gramado. **Anais...** Gramado, p. 5-17, 2002.

DIRKSEN, G. **Sistema digestivo**. In: DIRKSEN, G.; GRUNDER, H. D.; STÖBER, M.; Exame clínico dos bovinos. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 166-288, 1993.

ELLENBERGER, M.A.; JOHNSON, D.E.; CARSTENS, G.E.; HOSSNER, K.L.; HOLLAND, M.D.; NETT, T.M.; NOCKELS, C.F. Endocrine and metabolic changes during altered growth rates in beef cattle. **J. Anim. Sci.**, Champaign: v.67, n.5, p.1446-1454, 1989.

ENSMINGER, M.E. Feeding beef cattle. In: ENSMINGER, M.E. Cattle science, 6. ed. Danville, Illinois: The Interstate, cap.8, p.239-348., 1987.

FAGLIARI, J.J.; OKUDA, H.T.; PASSIPIERI, M.; CURI, P.R. Serum protein levels of Guzera cattle in different ages. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.43, p.39-60, 1991.

FIEMS, L.O.; VANACKER, J.M.; DE BOEVER, J.L.; VAN CAELENBERGH, W.; AERTS, J.M.; DE BRABANDER, D.L. Effect of energy restriction and re-alimentation in Belgian Blue double-muscled beef cows on digestibility and metabolites. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, München: v.91, Issue 1-2, p.54-61, 2007.

FORD, A.J.; PARK, C.S. Nutritionally directed compensatory growth enhances heifer development and lactation potential. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.1669-1678, 2001.

GONZÁLEZ, F.H.D; CONCEIÇÃO, T.R.; SIQUEIRA, A.J.S.; LA ROSA, V.L. Variações sanguíneas de uréia, creatinina, albumina e fósforo em bovinos de corte no Rio Grande do Sul. **A hora veterinária**, v.20, p.59-62, 2000.

GREGORY, L.; BIRGEL JUNIOR, E. H.; D'ANGELINO, F. J.; BENESI, F. J. ; BIRGEL, E. H. Valores de referência dos teores séricos da ureia e creatinina em bovinos da raça Jersey criados no Estado de São Paulo. Influência dos fatores etários, sexuais e da infecção pelo vírus da leucose dos bovinos. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 71, n. 3, p. 339-345, 2004.

HOCH, T.; BEGON, C; CASSAR-MALEK, I.; PICARD, B.; SAVARY-AUZÉLOUX, I. **Mecanismos et conséquences de la croissance compensatrice chez les ruminants**. INRA Productions Animales, v.16 (1), p.49-59, 2003.

HOGG, B.W. **Compensatory growth in ruminants**. In: PEARSON, A.M.; DUTSON, T.R. (Eds.) *Growth regulation In farm animals: advance in meat science research*. Corvallis Oregon: Elsevier, v.7, p.103-134, 1991.

INGVARTSEN, K.L., ANDERSEN, J.B. Integration of metabolism and intake regulation: a review focusing on periparturient animals. **J. Dairy Sci.**, v.83, p.1573-1597, 2000.

KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6.ed. New York: Academic, 896p, 2008.

LIPINSKI, L.C. **Perfil metabólico de bovinos de corte da raça Purunã**. 124f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2013.

LUCA, G. C.; REIS, B. F. Espectrofotometria de proteínas totais em plasma de sangue bovino por análise em fluxo. **Scientia Agrícola**, Piracicaba: v. 59, n.2, p.251-256, 2001.

MARUTA, C.A. **Perfil metabólico e ruminal de garrotes submetidos às condições de alimentação normal, jejum e realimentação**. 2005. 93f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

McDOWELL, L.R.; CONRAD, J.H.; ELLIS, G.L.; LOOSLI, J.K. **Minerals for grazing ruminants in tropical regions**. Lybrary of Congress, Univ. of Florida, 86 p., 1983.

MENDES, A.R.; EZEQUIEL, J. M. B.; GALATI, R. L.; FEITOSA, J. V.; Desempenho, parâmetros plasmáticos e características de carcaça de novilhos alimentados com farelo de girassol e diferentes fontes energéticas, em confinamento. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa: v.34, n.2, p.692-702, 2005.

N.R.C. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 242p., 2000.

NICOLETTI, J.L.M., KOHAYAGAWA, A., GANDOLFI, W.; IAMAGUTTI, P.A.M.N.P. Alguns teores de constituintes séricos e hemograma em vacas das raças Gir, Holandês Preto e Branco e mestiças (Girolanda), na região de Botucatu, SP. **Arq. Esc. Vet. UFMG**, v.33, p.19-30, 1981.

OLIVEIRA, M.V.M.; LANA, R.P.; FREITAS, A.W.P.; EIFERT, E.C.; PEREIRA, J.C.; VALADARES FILHO, S.C.; PÉREZ, J.R.O. Parâmetros Ruminal, Sangüíneo e Urinário e Digestibilidade de Nutrientes em Novilhas Leiteiras Recebendo Diferentes Níveis de Monensina. **R. Bras. Zootec.**, v.34, n.6, p.2143-2154, 2005.

PAYNE, J. M.; PAYNE, S. **The metabolic profile**. 1 ed. Oxford: Oxford University Press, p.179, 1987.

PEIXOTO, L.A., OSÓRIO, M.T. Perfil metabólico protéico e energético na avaliação do desempenho reprodutivo em ruminantes **R. Bras. Agrociência**, Pelotas, v.13, n.3, p. 299-304, 2007.

SAMPAIO, I.B.M. **Estatística aplicada à experimentação animal**. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 221p., 1998.

STRADIOTTI JÚNIO, D.; COSÉR, A. C. **Perfil metabólico: produção e reprodução de bovinos**. In.: DEMINICIS, B. B.; MARTINS, C. B.; SIQUEIRA, J. B. Tópicos especiais em Ciência Animal I: coletânea da 1ª Jornada Científica da Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Espírito Santos. Alegre, Editora CAUFES, 169p., 2012.

SWENSON M.J. **Circulação sanguínea e sistema cardiovascular**. In: Swenson M.J. & Reece W.O. *Dukes Fisiologia dos Animais Domésticos*, 11 ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1996.

TEDESCHI, L.O.; BOIN, C.; NARDON, R.F., LEME, P.R. Estudo da Curva de Crescimento de Animais da Raça Guzerá e seus Cruzamentos Alimentados a Pasto, com

e sem Suplementação. 1. Análise e Seleção das Funções Não-Lineares. **Rev. bras. Zootec.**, n.29,p.630-637, 2000.

TRINDADE JÚNIOR, G. **Ganho compensatório de novilhas mestiças suplementadas em pastagens.**112p. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2013.

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

YAMBAYAMBA, E. S. K.; PRICE, M. A.; FOXCROFT, G. R. Hormonal status, metabolic changes, and resting metabolic rate in beef heifers undergoing compensatory growth. **J. Ani. Scie.**, v. 74, p.57-69, 1996.

## CAPITULO 4

# Produção de metano, partição energética e exigências nutricionais de novilhas da raça Guzará sob dois planos alimentares

### RESUMO

Objetivou-se avaliar a produção de metano, bem como a partição energética e as exigências nutricionais de energia para manutenção e ganho para novilhas da raça Guzará sob dois planos alimentares. Foram utilizadas 12 novilhas, com peso vivo inicial médio de  $450 \pm 20$  kg. O experimento foi realizado em duas fases, sendo que em cada uma delas os animais foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos, com seis animais cada. Os tratamentos dos grupos 1 e 2, nas duas fases, consistiram em fornecimento de diferentes quantidades de matéria seca aos animais. Na primeira fase, ao grupo um, denominado ganho intermediário, forneceu-se quantidade de matéria que permitia ganhos médios de peso de 500 g/dia (alimentação controlada), e ao grupo 2, denominado ganho restrito, forneceu-se quantidade de matéria seca que permitia ganhos de peso médios de 100 g/dia (alimentação restrita). Na segunda fase, os mesmos animais, nos dois grupos, receberam dieta *ad libitum*, permitindo-se ganho de peso livre. Com as mensurações de consumo de oxigênio ( $O_2$ ), da produção de dióxido de carbono ( $CO_2$ ) e de metano ( $CH_4$ ) durante um período de 24 h. A partição energética foi determinada subtraindo-se da energia bruta (EB) consumida as perdas energéticas oriundas das fezes, urina, metano. O consumo de energia bruta aumentou linearmente ( $P < 0,05$ ) em função das dietas impostas, apresentando valores de 29,97 Mcal/dia para a fase de alimentação controlada e de 44,08 Mcal/dia para a fase de alimentação *ad libitum*, no tratamento do grupo 1. O grupo do tratamento 2 apresentou para a fase inicial 24,94 Mcal/dia e 43,04 Mcal/dia. As dietas impostas refletiram os resultados encontrados, apesar das variações encontradas principalmente as trocas gasosas. Demais estudos devem ser feitos para se estabelecer as exigências nutricionais, de modo, a englobar todo o período de crescimento.

Palavra-chave: eficiência alimentar, energia, produção de calor, restrição, urina

## ABSTRACT

This study aimed to evaluate the production of methane and the energy partition and nutritional energy requirements for maintenance and gain for Guzerá heifers under two food plans. They used 12 heifers, with initial weight of  $450 \pm 20$  kg. The experiment was conducted in two phases, and in each of the animals were randomly assigned into two groups, with six animals each. The treatment of groups 1 and 2 in two phases consisted of supplying different quantities of dry matter animals. In the first stage, to a group called intermediate gain was supplied amount of raw allowing weight average gain of 500 g / day (controlled diet), group 2, called restricted gain was supplied amount of dry matter allowing average of 100 g / day weight gain (power limited). In the second phase, the same animals in both groups received diet ad libitum, allowing you to gain free weight. With the oxygen consumption measurements ( $O_2$ ), carbon dioxide production ( $CO_2$ ) and methane ( $CH_4$ ) over a period of 24 h. Energy partition was determined by subtracting the gross energy (GE) consumed energy losses from the feces, urine, methane. The gross energy consumption increased linearly ( $P < 0.05$ ) due to imposed treatments, a significant values of 29.97 Mcal / day for the controlled feeding phase and 44.08 Mcal / day for the ad libitum feeding phase in the treatment group 1. the group 2 had treatment for early stage 24.94 Mcal / day and 43.04 Mcal / day. The imposed diets reflected the results, despite variations found mostly gas exchange. Further studies should be done to establish the nutritional requirements in order to encompass the entire growth period.

Keywords: Feed Efficiency , Energy, Heat production , restriction , urine



## INTRODUÇÃO

Na busca por sistemas eficientes, assim como, animais eficientes, a alimentação animal ganha destaque por influenciar diretamente nas respostas de desempenho, diante do atendimento das exigências nutricionais do animal, para tal condição. Dessa forma, determinar as exigências nutricionais de animais de diferentes categorias e tipos raciais é de fundamental importância para adequação no uso dos alimentos, otimizando sua utilização e reduzindo os custos da alimentação (Lima, 2014).

O conhecimento das exigências nutricionais de energia pode ser feito a partir de diferentes metodologias, como, abates comparativos, ensaios de longa duração e calorimetria. Na calorimetria indireta, também chamada de respirometria, a energia produzida pelo organismo animal, na forma de calor, pode ser estimada por meio de mensurações das trocas gasosas (consumo de oxigênio e produção de gás carbônico e metano) combinadas com a excreção de nitrogênio urinário.

Portanto, determinar as exigências nutricionais do rebanho brasileiro significa gerar tabelas com respostas adequadas as condições que se enfrenta, como é o caso das Tabelas Brasileiras de Exigências Nutricionais de Zebuínos, BR-CORTE, Marcondes et al. (2010). Complementarmente, o estudo sobre a produção de metano tem ganhado espaço, pois perdas na forma de metano é sinônimo de perda de eficiência no uso da energia por parte do animal.

De modo a incluir mais adversidades no modo de criação, para um retorno positivo de baixo custo ao produtor e eficiência por parte do animal, objetivou-se avaliar a produção de metano, bem como a partição energética e as exigências nutricionais de energia para manutenção e ganho para novilhas da raça Guzerá na progressão entre as fases para o tratamento de ganho contínuo e para o ganho compensatório.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Calorimetria e Metabolismo Animal (LAMACA), pertencente ao Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, localizada em Belo Horizonte, Minas, Gerais, Brasil, de fevereiro a dezembro de 2014. Os procedimentos

experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da UFMG (Protocolo CEUA nº 129/2015).

Utilizaram-se 12 novilhas não gestantes da raça Guzará, com peso vivo inicial médio de  $450 \pm 20$  kg e idade média de  $29 \pm 5$  meses, provenientes da Fazenda Santa Paula, localizada no município de Curvelo, Minas Gerais. Os animais foram mantidos em galpão de confinamento do tipo *tie stall*, com piso de concreto recoberto por tapetes de borracha do Tipo Vedovatti. Cada animal tinha à disposição cocho e bebedouro individual.

Anteriormente ao experimento todos os animais passaram por doma racional, foram vacinados (raiva, clostridioses e aftosa), vermifugados (Levamisol + Ivermectina), tratados com ectoparasiticida (Fipronil) e receberam uma dose de vitaminas A, D e E, por via subcutânea.

O período experimental foi dividido em duas fases, definidas a partir da medição diária do consumo de alimentos e das pesagens dos animais. Quando houve estabilização do consumo e do ganho de peso iniciaram-se as medições. A primeira fase durou 185 dias e a segunda 118 dias. Os animais foram distribuídos aleatoriamente nos dois grupos, com seis animais cada. Na primeira fase, ao grupo um, denominado ganho intermediário, forneceu-se quantidade de matéria que permitia ganhos médios de peso de 500 g/dia (alimentação controlada), e ao grupo 2, denominado ganho restrito, forneceu-se quantidade de matéria seca que permitia ganhos de peso médios de 100 g/dia (alimentação restrita) (Tabela 1). Na segunda fase, todos os animais, nos dois grupos, receberam dieta *ad libitum*, permitindo-se ganho de peso livre. A quantidade diária de alimentos foi dividida em duas partes iguais, que eram fornecidas pela manhã e à tarde. Os consumos individuais diários de matéria seca foram registrados. As pesagens dos animais foram realizadas a cada 15 dias, durante todo o período experimental.

**Tabela 1-** Detalhamento dos grupos em cada fase experimental

Grupo	Primeira Fase	Segunda Fase
1- Ganho intermediário	Alimentação controlada (ganho 500 g/dia)	Alimentação <i>ad libitum</i>
2- Ganho restrito	Alimentação restrita (ganho 100 g/dia)	Alimentação <i>ad libitum</i>

As dietas experimentais (Tabela 2) foram formuladas de acordo com o NRC (2000), sendo compostas de silagem de milho e concentrado na proporção de 69:31, com base na matéria seca (MS). O concentrado foi formulado à base de milho moído, farelo de soja, ureia e núcleo mineral (BRBeef Fos Cria – BRNova, Hortolândia/SP). As dietas foram fornecidas em cochos individuais, duas vezes ao dia (8h e 14h), divididas em quantidades iguais. A composição das dietas era a mesma entre os grupos, em cada fase, só variando a quantidade de matéria seca oferecida.

**Tabela 2** - Composição das dietas experimentais

Item	Fase 1	Fase 2
Silagem de milho <sup>1</sup>	700,0	700,0
Fubá de milho <sup>1</sup>	246,1	233,6
Farelo de soja <sup>1</sup>	51,2	63,2
Ureia <sup>1</sup>	3,0	3,0
Núcleo mineral <sup>2</sup>	0,1	0,1
Matéria Seca (MS), %	318,3	322,3
Proteína Bruta <sup>3</sup>	83,8	86,9
Extrato Etéreo <sup>3</sup>	24,9	24,1
Fibra em Detergente Neutro <sup>3</sup>	385,3	385,1
Fibra em Detergente Ácido <sup>3</sup>	217,9	217,7
Carboidratos Não Fibrosos <sup>3</sup>	302,3	300,0
Energia Bruta (Mcal/kg de MS)	3,55	3,54

<sup>1</sup>Quantidade em 1000 kg de dieta; <sup>2</sup>Composição: Ca: 190 g/kg; P: 90 g/kg; Na: 210 g/kg; Mg: 13 g/kg; Co: 219 mg/kg; Cu: 1.466 mg/kg; Mn: 1.100 mg/kg; Se: 30 mg/kg; Zn: 5.400 mg/kg e I: 90 mg/kg; <sup>3</sup>Expressos em porcentagem da matéria seca

Os ensaios de digestibilidade tiveram duração de cinco dias, sendo realizada coleta total de fezes, durante 24h, e coleta “spot” de urina. Imediatamente após cada defecação, para se evitarem contaminações, o material fecal era recolhido em caixa plástica, contendo identificação do animal. O material fecal coletado era pesado duas vezes ao dia, antes de cada arrazoamento, sendo a amostragem feita por animal, após homogeneização do conteúdo da bandeja. O consumo diário de alimentos foi registrado, com coleta de sobras pela manhã, seguida de pesagem e amostragem. Amostras da silagem de milho, dos suplementos concentrados, de sobras e fezes foram armazenadas a -10°C e, posteriormente, descongeladas, pré-secas em estufa de ventilação forçada de ar (55°C, por 72 h), e moídas em moinho de facas do tipo *Willey*

dotado de peneira com perfurações de 5 mm. As amostras compostas foram feitas com base na matéria pré-seca, (por animal, por fase), novamente moídas (1 mm) e analisadas quanto aos teores de MS a 105°C, matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), conforme métodos descritos por Silva & Queiroz (2002), e energia bruta (EB), por combustão em bomba calorimétrica adiabática modelo PARR 2081 (AOAC, 1995). Os carboidratos não fibrosos foram calculados conforme a equação:  $100 - [(\%PB - \%PB \text{ da ureia} + \% \text{ de ureia}) + \%FDN + \%EE + \% \text{ cinzas}]$  (Hall, 2000). Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram determinados pela equação  $NDT = PB + (EE - 1) * 2,25 + CNF + FDN_{cp}$ . A coleta de urina foi tipo *spot*, obtidas 4h horas após a primeira alimentação do dia. Uma alíquota de 60 mL de urina foi coletada para determinação das concentrações de creatinina, nitrogênio (N) urinário e energia bruta (EB). As excreções médias diárias adotadas foram similares às descritas por Rennó et al. (2008), sendo de 27,04 mg/kg para animais Zebu. As amostras de urina foram armazenadas em potes plásticos vedados, em duas condições distintas: uma alíquota da amostra foi colocada na proporção de 9 partes de ácido sulfúrico a 40% e 1 parte de urina,) em ácido sulfúrico a 40% para posterior análise dos teores de creatinina, enquanto outra foi armazenada *in natura* para avaliação dos teores de nitrogênio e energia bruta. Ambas foram congeladas em câmara fria para posteriores análises.

Nas amostras de urina analisaram-se o nitrogênio total pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1995) e EB por combustão em bomba calorimétrica adiabática modelo PARR 2081 (AOAC, 1995). As concentrações de creatinina para determinação do volume urinário foram realizadas no Laboratório de Cromatografia da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora/MG, utilizando-se método colorimétrico, e o *kit* comercial creatinina ref. 35 da empresa Labtest Diagnóstica S.A. (Lagoa Santa/MG).

Posteriormente a coleta de metabólitos sanguíneos, urina e digestibilidade, os animais seguiram para as avaliações na câmara respirométrica. Inicialmente, os animais passaram alimentados, seguindo a mesma dieta oferecida (conforme o tratamento inserido - ganho contínuo e ganho compensatório) e num segundo momento, em jejum completo de 72h. As especificações do sistema, bem como todo o procedimento para de condução dos animais está descrito no trabalho Rodriguez et al. (2007).

Com as mensurações de consumo de oxigênio (O<sub>2</sub>), da produção de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e de metano (CH<sub>4</sub>) durante um período de 24 h, o que permite a determinação da produção de calor (PC). Com os valores obtidos, além do nitrogênio

urinário excretado (Nu, g/dia) a PC diária é possível calcular, conforme equação de Brower (1965):  $PC = (3,866 \times VO_2) + (1,200 \times VCO_2) - (0,518 \times VCH_4) - (1,431 \times Nu)$ .

A partição energética foi determinada subtraindo-se da energia bruta (EB) consumida as perdas energéticas oriundas das fezes, urina, metano. A quantificação da energia perdida na forma de metano foi realizada nos animais alimentados, assumindo-se a perda de 9,45 kcal/L CH<sub>4</sub> produzido (Brower, 1965). A metabolizabilidade (q) da dieta foi calculada pela relação entre a energia metabolizável e a energia bruta ingerida, conforme o AFRC (1993).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cada animal representando uma parcela experimental. Foram utilizados dois tratamentos em cada período experimental, tendo sempre seis repetições. Os parâmetros analisados foram submetidos ao teste de normalidade, onde as variáveis que não apresentaram normalidade foram transformadas em logaritmo (Log x+1) (Sampaio, 1998).

Para comparação das médias utilizou-se o LSMEANS ( $P \leq 0,05$ ). Dentro de cada plano de alimentação realizou-se o teste t-pareado, utilizando o procedimento TTEST do SAS versão 9.0 (Fase 1 x Fase 2 do tratamento). Efeitos foram considerados significativos quando  $P \leq 0,05$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo de energia bruta aumentou linearmente ( $P < 0,05$ ) em função das dietas impostas, apresentando valores de 29,97 Mcal/dia para a fase de alimentação controlada e de 44,08 Mcal/dia para a fase de alimentação *ad libitum*, no tratamento do grupo 1, conforme tabela 3. Do mesmo modo, o grupo do tratamento 2 apresentou para a fase inicial 24,94 Mcal/dia e 43,04 Mcal/dia, ou seja, um aumento de 42,05% ( $P < 0,05$ ).

O aumento ( $P < 0,05$ ) da perda de EB fecal (Mcal/dia) coincide como o aumento do CMS, fato este que não coincide com o que aconteceu no grupo do tratamento 1, já que não houve diferença estatística ( $P > 0,05$ ). Contudo quando expressa em % da EB consumida, a diferença estatística só pode ser vista no grupo do tratamento 1 ( $P < 0,05$ ).

A perda metabólica fecal é proveniente da incompleta reabsorção dos nutrientes perdidos por descamação e secreção enzimática do trato gastro-intestinal, podendo ser

alterada pelo tipo e quantidade de alimento ingerido, bem como pelo tamanho e atividade do TGI (Pancoti, 2015). Por essa condição, fica clara a relação de maiores perdas relacionadas ao maior CMS, fato demonstrado na segunda fase de cada tratamento.

**Tabela 3** - Balanço energético de novilhas da raça Guzará sob dois planos nutricionais em função do tratamento experimental

Variável <sup>c</sup>	Fase <sup>a</sup>		EPM <sup>b</sup>	Valor de P
	1	2		
Tratamento 1				
CEB (Mcal/dia)	29,97 b	44,08 a	1,930	0,001
EB fecal (Mcal/dia)	8,66	8,29	0,364	0,356
EB fecal (%CEB)	28,93 a	18,94 b	1,130	0,000
CED (Mcal/dia)	21,32 b	35,80 a	1,750	0,000
ED (Mcal/ kg MS)	3,15 b	3,63 a	0,048	0,000
EB urina (Mcal/dia)	0,98 b	1,69 a	0,146	0,005
EB urina (%CEB)	3,27	3,84	0,377	0,192
EB metano (Mcal/dia)	1,92 b	2,50 a	0,120	0,005
EB metano (%CEB)	6,42 a	5,66 b	0,054	0,000
CEM (Mcal/dia)	18,42 b	31,61 a	1,580	0,000
q (EM/EB)	0,61 b	0,71 a	0,012	0,000
EM/ED	86,37 b	88,28 a	0,502	0,012
EM (Mcal/ kg MS)	2,72 b	3,21 a	0,051	0,000
Tratamento 2				
CEB (Mcal/dia)	24,94 b	43,05 a	1,39	0,000
EB fecal (Mcal/dia)	5,59 b	9,35 a	0,359	0,000
EB fecal (%CEB)	22,55	21,91	1,48	0,683
CED (Mcal/dia)	19,35 b	33,70 a	1,60	0,000
ED (Mcal/ kg MS)	3,44	3,49	0,0634	0,426
EB urina (Mcal/dia)	0,72 b	1,79 a	0,0653	0,000
EB urina (%CEB)	2,92 b	4,18 a	0,336	0,013
EB metano (Mcal/dia)	1,96 b	3,37 a	0,0721	0,000
EB metano (%CEB)	7,86	7,83	0,203	0,891
CEM (Mcal/dia)	16,67 b	28,54 a	1,58	0,001
q (EM/EB)	0,71 a	0,66 b	0,0190	0,037
EM/ED	86,04 a	84,57 b	0,796	0,124
EM (Mcal/ kg MS)	2,96	2,95	0,0790	0,964

<sup>a</sup>Letras diferentes na mesma linha indicam médias diferentes pelo teste “t” pareado (P<0,05)

<sup>b</sup>EPM: Erro-padrão da média

<sup>c</sup>CEB, consumo de energia bruta; EB fecal, perda de energia fecal; CED, consumo de energia digestível; ED, energia digestível; EB urina, perda de energia pela urina; EB metano, perda de energia por metano; CEM, consumo de energia metabolizável, q, metabolizabilidade; EM: energia metabolizável.

Em função das perdas energéticas pelas fezes, os resultados encontrados para CED foram reflexo dos tratamentos impostos. O CED foi significativamente maior (P<0,05) para ambos os tratamentos. Contudo, as perdas de EB na urina (Mcal/dia)

aumentaram ( $P < 0,05$ ) da primeira fase para a segunda fase (0,98 e 1,69 Mcal/dia, para o tratamento 1), enquanto que quando verificadas em %CEB não houve diferença para o tratamento 1 ( $P = 0,192$ ). Já para o tratamento 2, tanto as perdas de EB na urina (Mcal/dia), quanto verificadas em %CEB apresentaram diferença significativa ( $P < 0,05$ ).

As maiores perdas de EB na forma de metano (Mcal/dia), resultantes de maiores produções diárias desse gás, foram obtidas ( $P < 0,05$ ) sempre para a segunda fase de cada tratamento. Considerando as perdas relativas ao metano em percentagem da EB consumida no tratamento 1, a fase de alimentação controlada (6,42 %CEB) resultou em valores maiores ( $P < 0,05$ ) do que na fase de alimentação *ad libitum* (5,66 %CEB). Para o tratamento 2, não houve diferença ( $P = 0,891$ ), com valor médio de 7,84% (Tabela 3).

O consumo de energia metabolizável (CEM) aumentou linearmente ( $P < 0,05$ ) com o CMS. O CEM foi superior ( $P < 0,05$ ) para os animais em ambos os tratamentos na alimentação *ad libitum*, em função da maior ingestão de MS administrada.

A relação entre EM/ED de aproximadamente 0,82 (Garrett, 1980) é utilizada pelo NRC, 2000 e o NRC, 2001, fato este que não vai de acordo com os trabalhos nacionais. Desta forma, Lima (2014) encontrou valor médio de 0,86 para a relação EM/ED em novilhos machos F1 – Holandês x Gir, avaliando diferentes níveis de alimentação, o que se assemelha aos valores encontrados no presente trabalho. Contudo, esta relação pode variar consideravelmente em função do nível de consumo, idade do animal e tipo de alimento (NRC, 2000).

Na tabela 4, em relação à matéria seca ingerida (g/kg MSing) e digerida (g/kg MSdig) as produções foram semelhantes, obtendo-se valores médios de 28,49 g/kg MSing e 40,70 g/kg MSdig, para o tratamento 1 de ganho intermediário. Para o tratamento 2 as médias seguiram em 34,46 g/kg MSing e 49,24 g/kg MSdig.

A metabolizabilidade da dieta (q) diferiu entre os tratamentos avaliados, sendo para o tratamento 1, os maiores valores encontrados (0,71) encontrados na fase 2, apresentando diferença ( $P < 0,05$ ), quanto ao resultado da primeira fase (0,61).

Houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para a maioria das variáveis apresentadas na tabela 4, exceto para MOing, expressa em g/kg no tratamento 2 que não apresentou diferença.

O consumo de  $O_2$  (L) dos animais, em estado de jejum e alimentados, não diferiu para o tratamento 1. Contudo, para o tratamento 2, o consumo de  $O_2$  se apresentou com o comportamento diferente, onde só houve diferença estatística para o

estado alimentado. A produção de CO<sub>2</sub> (L), por sua vez, foi maior em ambos os tratamentos para a segunda fase (P<0,05) (Tabela 5).

**Tabela 4** - Produção de metano por novilhas da raça Guzerá alimentados sob dois planos alimentares

Variável <sup>c</sup>	Fase <sup>a</sup>		EPM <sup>b</sup>	Valor de P
	1	2		
Tratamento 1				
g/kg MS <sub>ing</sub>	30,14 a	26,85 b	0,231	0,000
g/kg MO <sub>ing</sub>	24,482 a	17,543 b	0,957	0,001
g/kg FDN <sub>ing</sub>	69,63 a	56,86 b	1,09	0,000
g/kg MS <sub>dig</sub>	43,05 a	38,35 b	0,331	0,000
g/kg MO <sub>dig</sub>	33,69 a	26,53 b	1,72	0,009
g/kg FDN <sub>dig</sub>	107,12 a	87,48 b	1,68	0,000
Tratamento 2				
g/kg MS <sub>ing</sub>	36,94 a	31,99 b	1,18	0,009
g/kg MO <sub>ing</sub>	25,65 a	18,76 b	1,41	0,005
g/kg FDN <sub>ing</sub>	88,06 a	61,46 b	0,584	0,000
g/kg MS <sub>dig</sub>	52,78 a	45,71 b	1,68	0,009
g/kg MO <sub>dig</sub>	32,55	30,79	2,23	0,465
g/kg FDN <sub>dig</sub>	135,47 a	94,56 b	0,899	0,000

<sup>a</sup>Letras diferentes na mesma linha indicam médias diferentes pelo teste “t” pareado (P<0,05)

<sup>b</sup>Erro padrão da média

<sup>c</sup>MS<sub>ing</sub>, matéria seca ingerida; MO<sub>ing</sub>, matéria orgânica ingerida; FDN<sub>ing</sub>, fibra insolúvel em detergente neutro ingerida; MS<sub>dig</sub>, matéria seca digerida; MO<sub>dig</sub>, matéria orgânica digerida; FDN<sub>dig</sub>, fibra insolúvel em detergente neutro digerida.

**Tabela 5** - Trocas gasosas e quociente respiratório de novilhas da raça Guzerá sob dois planos alimentares

Variável <sup>c</sup>	Fase <sup>a</sup>		EPM <sup>b</sup>	Valor de P
	1	2		
Tratamento 1				
Consumo de O <sub>2</sub> (L) alim.	4925,29 a	4354,80 b	15,7	0,001
Produção de CO <sub>2</sub> (L) alim.	4186,5 b	6111,8 a	35,1	0,000
QRa (Produção CO <sub>2</sub> /Consumo O <sub>2</sub> ) alim.	0,82 a	0,80 b	0,00568	0,041
Consumo de O <sub>2</sub> (L) jejum	1882,6 a	1603,9 b	97,1	0,035
Produção de CO <sub>2</sub> (L) jejum	3147,8 b	4101,6 a	106	0,000
QRj (Produção CO <sub>2</sub> /Consumo O <sub>2</sub> ) jejum	0,68 b	0,69 a	0,0084	0,000
Tratamento 2				
Consumo de O <sub>2</sub> (L) alim.	3050,0 b	4354,8 a	14,0	0,000
Produção de CO <sub>2</sub> (L) alim.	4344,6 b	6195,0 a	41,6	0,000
QRa (Produção CO <sub>2</sub> /Consumo O <sub>2</sub> ) alim.	0,80	0,80	0,01	0,980
Consumo de O <sub>2</sub> (L) jejum	1665,3	1637,1	69,1	0,700
Produção de CO <sub>2</sub> (L) jejum	2901,8 b	4159,9 a	168	0,001
QRj (Produção CO <sub>2</sub> /Consumo O <sub>2</sub> ) jejum	0,67 b	0,69 a	0,0193	0,000

<sup>a</sup>Letras diferentes na mesma linha indicam médias diferentes pelo teste “t” pareado (P<0,05)



<sup>b</sup>Erro padrão da média; <sup>c</sup>O<sub>2</sub>, gás oxigênio; CO<sub>2</sub>, dióxido de carbono; QR<sub>j</sub>, quociente respiratório em animais em jejum; QR<sub>a</sub>, quociente respiratório em animais alimentados.

Os quocientes respiratórios (QR) obtidos para os animais em estado de jejum (QR<sub>j</sub>) e alimentado (QR<sub>a</sub>) não diferiram ( $P > 0,05$ ) entre os grupos avaliados, bem como pelos tratamentos impostos. O QR<sub>j</sub> variou de um valor mínimo de 0,67 a um valor máximo de 0,69. Os valores médios do QR<sub>a</sub> variaram de 0,80 a 0,82.

## CONCLUSÕES

As dietas impostas refletiram os resultados encontrados, apesar das variações encontradas principalmente as trocas gasosas.

Demais estudos devem ser feitos para se estabelecer as exigências nutricionais, de modo, a englobar todo o período de crescimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL (AFRC). **Energy and Protein Requirements of Ruminants**. CAB International, Wallingford, UK, 1993.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**. 16th. Washington: AOAC, 2000p, 1995.

BROUWER, E. **Report of Sub-Committee on Constants and Factors**. Energy Metabolism, EAAP Publ. n.11. p.441-443, 1965.

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

HALL, M.B. **Neutral detergent-soluble carbohydrates**. Nutritional relevance and analysis. Gainesville: University of Florida, 76p., 2000.

LIMA, A.F. **Exigências nutricionais de energia de bovinos machos F1 Holandês x Gir determinadas pelas metodologias de abates comparativos e respirometria**

**calorimétrica.** Tese (Doutorado em Zootecnia, Escola de Veterinária) Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.

MARCONDES, M.I.; GIONBELLI, M.P.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Exigências nutricionais de proteína para bovinos de corte. In: VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L. et al. **Exigências nutricionais de zebrúinos puros e cruzados: BR-CORTE.** 2.ed., Viçosa: UFV, DZO, p.113-134, 2010.

N.R.C. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of beef cattle.** 7.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 242p., 2000.

N.R.C. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of dairy cattle.** 7 ed., Washington, D.C.: National Academic of Sciences, 381p., 2001.

PANCOTI, C. G. **Exigências nutricionais de energia em novilhas Gir, Holandês e F1 – Holandês x Gir.** Tese (Doutorado em Zootecnia, Escola de Veterinária) Universidade Federal de Minas Gerais, 2015.

RENNÓ, L. N.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, M. F.; LEÃO, M. L.; VALADARES, R. F. D.; RENNO, F. P.; PAIXÃO, M. L. Níveis de ureia na ração de novilhos de quatro grupos genéticos: parâmetros ruminais, ureia plasmática e excreções de ureia e creatinina. **R. Bras. Zootec.**, v. 37, n. 3, p. 556-562, 2008.

RODRIGUEZ, N. M.; CAMPOS, W. E.; LACHICA, M. L.; BORGES, I.; GONÇALVES, L. C. A calorimetry system for metabolism trials. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.59, n.2, p.495 500, 2007.

SAMPAIO, I.B.M. **Estatística aplicada à experimentação animal.** Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 221p., 1998.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: Métodos químicos e biológicos.** 3 ed. Viçosa: UFV, 235p, 2002.