

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS
NUTRICIONAIS DE ENERGIA E PROTEÍNA DE
TOURINHOS SANTA GERTRUDES CONFINADOS,
RECEBENDO ALTO CONCENTRADO E SUBPRODUTO DA
PRODUÇÃO DE LISINA**

Glauco Mora Ribeiro

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Amstalden Moraes Sampaio

Co-Orientador: Dra. Wignez Henrique

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Zootecnia

Jaboticabal – SP
Junho de 2009

R484c Ribeiro, Glauco Mora
Composição corporal e exigências nutricionais de energia e proteína de tourinhos Santa Gertrudes confinados, recebendo alto concentrado e subproduto da produção de lisina / Glauco Mora
Ribeiro. -- Jaboticabal, 2009
viii, 57 f. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2009

Orientador: Alexandre Amstalden Moraes Sampaio
Banca examinadora: Guilherme Fernando Alleoni, Alexandre Rodrigo Mendes Fernandes, Mauro Dal Secco de Oliveira, Atushi Sugohara

Bibliografia

1. Tourinhos-composição de ganho. 2. Tourinhos-exigências nutricionais. 3. Tourinhos-requisitos. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.2:636.085.2

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação – UNESP, Campus de Jaboticabal

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

GLAUCO MORA RIBEIRO – nascido em 29 de outubro de 1971, na cidade de São Paulo, SP, é Zootecnista, formado pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, SP, em julho de 2004. Mestre em Zootecnia pela mesma Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, em março de 2006. Ocupou o cargo de Extensionista Rural I (Zootecnista) na Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Pará (EMATER – PA), entre julho de 2006 e abril de 2008. Professor Universitário (substituto) pela Fundação Universidade Federal do Tocantins (UFT) entre maio e dezembro de 2008. Bolsista de Extensão do CNPq durante o primeiro semestre de 2009. Em maio de 2009 foi aprovado no concurso para professor efetivo da Fundação Universidade Federal do Tocantins (UFT), para a vaga de Nutrição e Exigências Nutricionais de Ruminantes, sendo nomeado em 12.06.2009. Completou seu programa de Doutorado em junho de 2009.

*“De que vale ganhar o mundo inteiro
e vir a perder a vida eterna”
(Mateus 16, 23)*

Às minhas coelhinhas,

*Vocês alegam minha vida, me mostrando
um pouquinho do céu a cada dia. Ana e Mariana,
esse título é nosso, eu amo vocês.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao povo paulista e brasileiro, que através de seus impostos permitiu-me estudar gratuitamente.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias que me acolheu neste câmpus maravilhoso, o qual tornou-se minha casa.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pelo conhecimento transmitido.

Ao Dr. Alexandre Berndt, pelo auxílio indispensável na elaboração das equações utilizadas na Tese.

As professoras Sandra e Hirasilva, pela participação nas bancas de defesa de projeto e qualificação.

Ao professor Mauro, pela participação na banca de qualificação e defesa, e por ter aberto as portas do departamento de Zootecnia, quando eu ainda estava no início da graduação.

Ao Professor Atushi pelo auxílio em todo o período de pós-graduação e pelas sugestões de correção deste trabalho.

A Professora Jane, por todo o conhecimento transmitido ao longo de minha vida acadêmica e pela participação na banca de qualificação, com importantes sugestões de correção.

Ao Dr. Alleoni, pelo auxílio na determinação das exigências, e pela disponibilidade e participação na banca de defesa desta Tese.

Ao amigo Alexandre, ao qual eu me dispensei de chamar de Dr., pelos ensinamentos e participação na banca de defesa desta Tese.

A Dra. Wignez, que é a responsável por fração considerável desta Tese, que vai muito além da co-orientação.

Ao Professor Alexandre pela orientação incansável, pela amizade importantíssima e exemplo de vida.

Ao amigo Léo pela acolhida, e longas conversas no período de qualificação e defesa.

Ao irmão Murote, pelos momentos de alegria e preocupação, pelos planos e realizações.

Ao irmão Pedro, pela hospedagem em Jaboticabal, por várias vezes, pela amizade e sonhos compartilhados.

Aos irmãos da Comnet, João Renato, Carlinha, Lú Maria, Michel e Tathy, ex-alunos da FCAV que sempre me incentivaram e continuam a rezar e se alegrar pelas minhas conquistas.

Aos meus pais Mercio e Magali (*in memoriam*), a minha avó Nilda, aos meus irmãos Caio e César e ao meu sobrinho Pedro Henrique, pela confiança e amor.

Ao meu sogro João Carlos e cunhados Júlio e João Carlinhos, pelo apoio.

À todos que de alguma forma me ajudaram a alcançar mais esta realização.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	ii
LISTA DE FIGURAS.....	iv
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vii
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
Introdução.....	1
Revisão da Literatura.....	2
Taxas de deposição dos tecidos corporais.....	2
Métodos de determinação da composição corporal.....	5
Avaliação de exigências nutricionais.....	8
A utilização do subproduto da produção de lisina (SPL).....	10
Objetivos.....	12
Referências.....	12
CAPÍTULO 2 – GANHOS DE PESO, TAXAS DE DEPOSIÇÃO E COMPOSIÇÃO CORPORAL DE TOURINHOS SANTA GERTRUDES CONFINADOS, RECEBENDO ALTO CONCENTRADO COM INCLUSÕES CRESCENTES DE SUBPRODUTO DA PRODUÇÃO DE LISINA.....	19
Resumo.....	19
Introdução.....	20
Material e Métodos.....	22
Resultados e Discussão.....	25
Conclusões.....	32
Referências.....	32
CAPÍTULO 3 – EXIGÊNCIAS LÍQUIDAS DE ENERGIA E PROTEÍNA DE TOURINHOS SANTA GERTRUDES EM CRESCIMENTO, RECEBENDO ALTO CONCENTRADO.....	36
Resumo.....	36
Introdução.....	37
Material e Métodos.....	42
Resultados e Discussão.....	45
Conclusões.....	49
Referências.....	50
CAPÍTULO 4 – IMPLICAÇÕES.....	56

LISTA DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
CAPÍTULO 2 – GANHOS DE PESO, TAXAS DE DEPOSIÇÃO E COMPOSIÇÃO CORPORAL DE TOURINHOS SANTA GERTRUDES CONFINADOS, RECEBENDO ALTO CONCENTRADO COM INCLUSÕES CRESCENTES DE SUBPRODUTOS DA PRODUÇÃO DE LISINA.....	19
Tabela 1. Composição das dietas experimentais (porcentagem da matéria seca), valores de energia metabolizável (EM) em Mcal/kg e porcentagem de nutrientes digestíveis totais (NDT), oferecidas para tourinhos Santa Gertrudes confinados.....	23
Tabela 2. Composição químico-bromatológica da silagem de milho e de ingredientes utilizados na alimentação de tourinhos Santa Gertrudes confinados.....	24
Tabela 3. Pesos iniciais e finais, e ganhos de peso vivo, de carcaça e de corpo vazio, espessura de gordura, área de olho e lombo, rendimento de carcaça e ingestão de matéria seca (MS), de tourinhos Santa Gertrudes confinados, com inclusões crescentes de Subproduto da Produção de Lisina (SPL).....	26
Tabela 4. Composição química das 9-10-11 ^a costelas e do corpo vazio, em porcentagem, de tourinhos Santa Gertrudes confinados, com inclusões crescentes de Subproduto da Produção de Lisina (SPL).....	28

Tabela 5. Composição química inicial e final do corpo vazio de tourinhos Santa Gertrudes confinados, com inclusões crescentes de Subproduto da Produção de Lisina (SPL).....	30
Tabela 6. Taxas de deposição dos tecidos e composição percentual do ganho de peso do corpo vazio de tourinhos Santa Gertrudes confinados, com inclusões crescentes de Subproduto da Produção de Lisina (SPL).....	31
CAPÍTULO 3 – EXIGÊNCIAS LÍQUIDAS DE ENERGIA E PROTEÍNA DE TOURINHOS SANTA GERTRUDES EM CRESCIMENTO, RECEBENDO ALTO CONCENTRADO.....	36
Tabela 1. Composição das dietas experimentais (porcentagem da matéria seca), valores de energia metabolizável (EM) em Mcal/ kg e porcentagem de nutrientes digestíveis totais (NDT), oferecidas para tourinhos Santa Gertrudes confinados.....	43
Tabela 2. Estimativas de exigências líquidas de energia para ganho (ELg) para ganhos de 1 kg de peso vazio (GPVz) e estimativas de exigências líquida para manutenção (ELm) em diferentes faixas de peso do corpo vazio (PCVz).....	47
Tabela 3. Estimativa das exigências de proteína metabolizável para manutenção (PMm), para ganho (PMg) e total (PM), para ganho de 1 kg de PV, em função do peso vivo (PV).....	49
CAPÍTULO 4 – IMPLICAÇÕES.....	56

LISTA DE FIGURAS

	Página
CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
CAPÍTULO 2 – GANHOS DE PESO, TAXAS DE DEPOSIÇÃO E COMPOSIÇÃO CORPORAL DE TOURINHOS SANTA GERTRUDES CONFINADOS, RECEBENDO ALTO CONCENTRADO COM INCLUSÕES CRESCENTES DE SUBPRODUTOS DA PRODUÇÃO DE LISINA.....	19
Figura 1. Relações entre ganho de peso, ganho de peso vazio e ganho de peso de carcaça.....	28
CAPÍTULO 3 – EXIGÊNCIAS LÍQUIDAS DE ENERGIA E PROTEÍNA DE TOURINHOS SANTA GERTRUDES EM CRESCIMENTO, RECEBENDO ALTO CONCENTRADO.....	36
Figura 1. Estimativas de exigências de energia (Mcal/ kg de corpo vazio (PCVz)) e proteína (g/ kg PCVz) para ganho de 1 kg de PCVz.....	47
CAPÍTULO 4 – IMPLICAÇÕES.....	56

**COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE ENERGIA E
PROTEÍNA DE TOURINHOS SANTA GERTRUDES CONFINADOS,
RECEBENDO ALTO CONCENTRADO E SUBPRODUTO DA PRODUÇÃO DE
LISINA**

RESUMO - O experimento foi conduzido objetivando-se avaliar a substituição parcial da fração protéica do concentrado por subproduto da produção de lisina (SPL) sobre a composição corporal e exigências nutricionais de tourinhos Santa Gertrudes, terminados em confinamento. Foram utilizados 33 animais com idade média de 10 meses e peso médio inicial de 242 kg, confinados em baias individuais por 115 dias, após 56 dias de adaptação. Seis animais foram abatidos no início do período experimental e constituíram os animais-referência. Os animais receberam dietas contendo 80% de concentrado, sendo testados os níveis de 0; 4,5; e 9,0% de inclusão do SPL na matéria seca da dieta. Os tratamentos sem e com 4,5% de SPL não diferiram para nenhum dos parâmetros avaliados. Já os tratamentos sem e com 9,0% de SPL diferiram quanto ao ganho de peso do corpo vazio, composição final em água e taxas de deposição e composição do ganho de peso vazio em minerais. Os tratamentos com 4,5 e 9,0% de SPL diferiram entre si quanto ao peso de carcaça e de corpo vazio finais, ganho de peso de carcaça e de corpo vazio, composição do corpo vazio em proteína e em minerais, taxas de deposição e composições do ganho para proteína e minerais. Os valores observados foram 243,6; 247,3 e 226,5 kg para peso final de carcaça; 392,7; 398,7 e 365,7 kg para peso final de corpo vazio; 0,64; 0,69 e 0,51 kg/dia para ganho de peso de carcaça; e 1,03; 1,11 e 0,82 kg/ dia para ganho de peso do corpo vazio, respectivamente para os tratamentos sem, com 4,5 e 9,0% de SPL.

Em relação às exigências, verificou-se que, a exigência de energia líquida encontrada para ganho de 1 kg foi de 3,65; 4,17 e 4,63 Mcal, e a exigência de proteína metabolizável foi de 218,55; 216,19 e 202,19 g, respectivamente para animais de 300, 400 e 500 kg de peso corporal. O valor de exigência líquida para manutenção encontrada foi 75,6 kcal/ kg PVz^{0,75}/ dia. O SPL pode ser utilizado como alimento para bovinos em terminação recebendo dietas com alta proporção de concentrado, substituindo parte da fração protéica, sendo o mais indicado na condição experimental a inclusão de 4,5% de SPL na matéria seca da dieta.

Palavras-chave: bovinos de corte, composição de ganho, corpo vazio, exigências para ganho de peso, ganho de peso corporal, ganho de peso de carcaça

**BODY COMPOSITION AND ENERGY AND PROTEIN REQUIREMENTS OF
SANTA GERTRUDIS YOUNG BULLS CONFINED, FED HIGH CONCENTRATE
DIETS AND LYSINE PRODUCTION BYPRODUCT**

ABSTRACT- The objective was to evaluate the effects of replacing part of the protein fraction of the concentrate by concentrated lysine production byproduct (LBP) on body composition and nutritional requirements of Santa Gertrudis young bulls, fattened in feedlot. Thirty-three 10-month-year-old animals, with initial body weight of 242 kg, were kept in individual pens during 115 days after 56 days of adaptation. Six animals were slaughtered after adaptation and were considered reference-animals. The concentrate proportion on diet was 80%, on dry matter basis, and the levels of LBP studied were: 0, 4.5 or 9.0%. There were no significant differences among treatments without and with 4.5% of LBP on diet. Empty body daily weight gains, final body composition on water and daily rates of deposition and gain composition on ash were significant different among treatments without and with 9.0% of LBP. The treatments with 4.5 and 9.0% of LBP showed significant differences for final carcass and empty body weights, empty body and carcass daily gains, body chemical composition on protein and ash, daily rates of deposition and gain compositions on protein and ash. The LBP can be used as food for fattening bovines receiving diets with high concentrate proportion, substituting part of protein fraction, the level of 4.5% of LBP on dry matter diet was more indicated. In relation to the requirements it was verified that, the net energy requirement observed for weight gain of 1 kg was 3.65, 4.17 and 4.63 Mcal, and the metabolizable protein requirement was 218.55, 216.19 and 202.19 g,

respectively to animals with 300, 400 and 500 kg of body weight. The estimated maintenance energy requirement observed was $75.6 \text{ kcal/ LW}^{0.75}/ \text{ day}$.

Key words: beef cattle, body weight gain, carcass weight gain, empty body, gain composition, requirements for weight gain

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Introdução

O Brasil vem consolidando sua posição como grande exportador de carne bovina, destacando-se na produção pecuária mundial, algo há muito anunciado. Dados registram um aumento na capacidade produtiva de cerca de 50% entre 1997 e 2006, sendo que parte deste crescimento ocorreu devido ao aumento do rebanho que ocupou novas áreas, as chamadas fronteiras agrícolas (MAPA, 2007). A pecuária de corte está entre os vários setores que alcançaram destaque na quantidade exportada para o mercado internacional, porém, de acordo com PAULINO et al. (2004), os índices de produtividade observados continuam classificando a atividade como ineficiente e extrativista, excetuando-se desse cenário apenas algumas regiões.

A expansão das fronteiras agrícolas contrapõe-se à crescente pressão por preservação ambiental, o que obriga o crescimento produtivo a não depender de aumento de rebanho ou de abertura de novas áreas de vegetação natural. Em virtude disso, a busca por adequação tecnológica na produção é, atualmente, fator relevante. De acordo com SILVA et al. (2002), a melhoria no desempenho produtivo do rebanho nacional exige o aprofundamento de estudos que possibilitem determinar exigências nutricionais em condições brasileiras, considerando-se as peculiaridades dos animais criados e o tipo de alimentação. VÉRAS et al. (2000) relataram que a maioria das formulações para ruminantes utiliza tabelas elaboradas em países com ambiente, alimentos e animais diferentes dos encontrados nas condições brasileiras. Muitos pesquisadores como LANA et

al. (1992); VÉRAS et al. (2000); BACKES et al. (2002), tem direcionado seus esforços no sentido de elaborar tabelas e equações de exigências para as condições brasileiras, porém, ainda, são necessários resultados experimentais em maior quantidade.

Ainda com relação às pesquisas em condições nacionais, outro ponto relevante é a avaliação de animais provenientes de cruzamentos entre raças zebuínas e taurinas. De acordo com SIQUEIRA et al. (2007), programas de acasalamento envolvendo raças européias e zebuínas visam obter, em curto prazo, animais que conciliem adaptação ao ambiente tropical, potencial produtivo e alta qualidade de carcaça. Porém a utilização desses mestiços exige estudos anteriores ao estabelecimento dos sistemas de cruzamento (LONG, 1980), já que alguns autores propõem que os requerimentos de mestiços seriam intermediários (FOX et al., 1992; LANA et al., 1992), mas não simplesmente proporcionais à composição genética, o que torna necessária a determinação das exigências de cada raça advinda de cruzamento entre taurinos e zebuínos.

Revisão da Literatura

Taxas de deposição dos tecidos corporais

As taxas de deposição dos diferentes tecidos constituintes do corpo animal são de tal forma pré-estabelecidas, que em determinada idade (fisiológica e cronológica), a prioridade de crescimento é do tecido ósseo, posteriormente do tecido muscular e por fim do tecido adiposo. Dessa forma, em cada fase de crescimento existe uma necessidade específica de afluxo de nutrientes, já que o suprimento de nutrientes é destinado, prioritariamente, para o tecido com maior taxa de crescimento. De acordo com HENRIQUE et al. (2006), as mensurações dessas alterações são de extrema importância na determinação das exigências de proteína, energia e minerais.

OWENS et al. (1993) definiram o crescimento animal como sendo o aumento da massa tecidual, seja pela produção e multiplicação de novas células (hiperplasia), ocorrendo na fase pré-natal, ou pelo aumento do tamanho das células existentes (hipertrofia), ocorrendo na fase pós-natal. Por definição, o crescimento inclui também a deposição de gordura, que juntamente ao tecido muscular são de interesse prioritário nos sistemas de produção de carne.

SILVA et al. (2002) ressaltaram que o processo de crescimento não consiste apenas no simples acréscimo de água, proteína, gordura e minerais no corpo animal, e sim, no resultado líquido de síntese e degradação, variando de acordo com a composição dos ganhos (músculos, ossos e tecido adiposo). A variação na proporção desses tecidos no corpo do animal conduz a diferenças nos requisitos nutricionais entre raças e cruzamentos (ROBELIN & GEAY, 1984).

A taxa de crescimento do animal varia ao longo de sua vida e isso também acontece com os tecidos que compõem o corpo. Como exposto anteriormente, existe uma ordem prioritária de deposição, inicialmente o tecido ósseo, em seguida o tecido muscular e por fim o tecido adiposo. Os três tecidos têm deposição constante, porém, as taxas de deposição de cada um, variam ao longo da vida do animal.

Dos três tecidos, o de maior custo para deposição é o tecido adiposo, pois sua deposição ocorre à medida que o peso corporal aumenta, quando há o aumento do valor energético do ganho e conseqüentemente a elevação das exigências energéticas (MORAES et al., 2009). A máxima deposição de tecido adiposo ocorre após o máximo desenvolvimento muscular, sendo esse fato o que dificulta a terminação de animais super precoces. Há também uma hierarquia na deposição do tecido adiposo, sendo que a gordura renal e pélvica se depositam mais precocemente, a subcutânea e intermuscular apresentam deposição intermediária e a intramuscular ou de marmoreio, deposição tardia.

Além das diferenças ao longo da vida, os bovinos também apresentam taxas diferentes de crescimento entre indivíduos, sendo decorrente de diversos fatores, entre eles sexo e raça.

Segundo LUCHIARI FILHO (2000), existe uma diferença na curva de crescimento de fêmeas, machos castrados e machos não castrados, sendo que as fêmeas são mais precoces e geralmente de menor tamanho corporal, os machos não castrados são maiores e mais tardios, enquanto os machos castrados apresentam desenvolvimento intermediário.

As raças variam consideravelmente quanto ao peso na maturidade, geralmente, raças cujos indivíduos têm maior peso adulto são aquelas em que a deposição de gordura é mais tardia, ou seja, os animais demoram mais para apresentarem carcaças terminadas.

A alteração de deposição dos diferentes tecidos e mudança na partição de nutrientes ao longo da vida do animal está relacionada a uma complexa regulação hormonal. Pelo menos nove hormônios e seus receptores são reguladores da partição de nutrientes, atuando sobre a síntese das enzimas reguladoras dos processos de anabolismo e catabolismo dos diferentes tecidos. Todo este processo é controlado pelo sistema nervoso, especialmente o eixo hipotálamo-pituitária, podendo ser modificado pelas alterações do meio ambiente e da dieta. Assim, o metabolismo pode ser alterado de modo a preservar a homeostase, em detrimento dos processos produtivos, como o crescimento (MACARI et al., 2002).

Segundo esses mesmos autores, o crescimento é um fenômeno complexo, embasado nos processos de síntese e degradação dos tecidos, por meio de enzimas que regulam o metabolismo e que dependem de diversos fatores, tais como:

- Genéticos: hierarquia de crescimento, potencial de crescimento (tamanho, forma) e sexo do animal;
- Hormonais: síntese e secreção hormonal, número de receptores hormonais e síntese de enzimas reguladoras do metabolismo;
- Metabólicos: partição de nutrientes, concentração e qualidade de metabólitos no tecido;
- Do meio ambiente: temperatura, quantidade e qualidade da dieta, e estresse de qualquer natureza;

- Outros: fatores de crescimento específico para cada tipo de tecido (por exemplo, mecânicos, no caso dos tecidos ósseo e muscular).

Os hormônios podem alterar a quantidade de RNA ribossômico, regular a síntese de RNA mensageiro (ação sobre a transcrição) ou os processos de iniciação, alongamento e terminação (ação sobre a tradução), alterando dessa forma a taxa de síntese protéica. Podem também atuar sobre os processos de degradação (aumentando ou diminuindo), através da promoção ou inibição da ação de enzimas proteolíticas ou lisossomais.

Verifica-se, portanto, que o crescimento animal é algo complexo, dependente de vários fatores que se interrelacionam, os quais devem ser considerados nos estudos de composição corporal e determinação de exigências nutricionais.

Métodos de determinação da composição corporal

A preocupação com a composição corporal animal é antiga, sendo que os primeiros estudos datam do século XIX. REID et al. (1955) relataram que o primeiro pesquisador a desenvolver estudos sobre composição corporal foi Von Bezold em 1857, trabalhando com mamíferos, aves, anfíbios e peixes, e verificou que os animais possuíam características de acordo com a espécie e idade. De acordo com os mesmos autores, Lawes e Gilbert foram os pioneiros em estudos de composição corporal de bovinos e ovinos, em 1859.

No início do século XX, vários autores desenvolveram estudos sobre composição corporal de animais. Moulton, em 1923, introduziu o conceito de “maturidade química”, o qual é definido como a idade na qual a concentração de água, proteína e matéria mineral nas células desengorduradas torna-se praticamente constante, tornando válida a estimativa da composição corporal a partir da determinação do conteúdo de água ou de gordura no corpo vazio do animal (REID et al., 1955).

O conhecimento da composição química corporal é importante na pesquisa animal, seja em nutrição, fisiologia, genética ou clínica. Nos estudos de nutrição, a

determinação da composição corporal é importante para avaliação do desempenho animal, bem como para estimar suas exigências nutricionais.

Segundo GARRET & HINMAN (1969), a mensuração da composição corporal pode ser realizada através da determinação direta da composição química corporal, sendo essa a forma mais confiável e precisa. De acordo com SILVA (2001), a determinação direta da composição da carcaça é o método mais acurado disponível, gerando dados altamente confiáveis. Essa determinação pode ser realizada de duas maneiras, fazendo-se a moagem total dos tecidos e posteriormente a retirada de alíquotas para análise (LEME et al., 1994; ALLEONI et al. 1997) ou amostragem proporcional dos tecidos antes da moagem (ESTRADA et al., 1997; FERREIRA et al., 2001), sendo que a última metodologia está mais sujeita a variações. Porém, deve-se atentar para as dificuldades de aplicação dessa técnica em animais de grande porte, como os bovinos, em função da grande quantidade de material a ser manuseado.

A determinação direta da composição corporal através da moagem total dos tecidos foi utilizada em experimento desenvolvido por HENRIQUE et al. (2003), sendo assim descrita: após 18 horas de jejum, os animais foram pesados e insensibilizados com auxílio de pistola de pressão, em seguida a jugular foi seccionada para coleta de sangue, que foi descartado após pesagem e coleta de amostras. Posteriormente à retirada do couro e das patas, a cabeça foi separada na junção atlanto-occipital. A gordura renal-pélvica-inguinal foi separada da carcaça e pesada. Foram retirados os órgãos (traquéia, pulmão, pâncreas, esôfago, mesentério, coração, baço, fígado, rins, rabo e o pênis) e o tecido gastrintestinal livre de conteúdo (retículo-rúmen, omaso-abomaso e intestinos) que também foram pesados. Em seguida, a carcaça foi dividida em duas metades, que foram pesadas e levadas para câmara de resfriamento por 48 horas. Ressalta-se aqui que esse método é realizado analisando-se tecidos e sangue. Os componentes utilizados pelos referidos autores foram, metade esquerda da carcaça, metade esquerda da cabeça e patas esquerdas, dianteira e traseira, metade esquerda do couro, órgãos, tecido gastrintestinal e gordura renal-pélvica-

inguinal. A metade esquerda do couro foi pesada e colocada em câmara de resfriamento junto com a meia-carcaça esquerda, e os outros componentes foram acondicionados em sacos plásticos e congelados. Após congelamento, os componentes foram reduzidos a pedaços menores com auxílio de uma serra de fita, evitando-se perda de tecido. Em seguida, todos os componentes foram moídos utilizando-se um moedor de carne, com motor de 15 HP, até atingirem o estado pastoso. Quatro amostras foram retiradas de cada componente, de cada animal, e após esta amostragem, as análises laboratoriais foram realizadas, conforme literatura.

Pode-se constatar que o método direto é extremamente trabalhoso e caro, uma vez que pelo menos metade da carcaça não pode ser comercializada e, nesse sentido, vários pesquisadores realizaram pesquisas objetivando facilitar as avaliações, determinando métodos indiretos para a estimativa da composição corporal, tanto no animal *in vivo*, quanto *post-mortem*. Entre os primeiros, pode-se destacar avaliação visual, ultra-som, tomografia computadorizada, diluição isotópica, entre outros. Entre as técnicas indiretas *post-mortem*, podemos citar a gravidade específica, composição de cortes de costelas, entre outras. Para a utilização das técnicas indiretas, é necessário que, anteriormente, sejam determinadas equações relacionando os dados observados aos de composição corporal.

Alguns pesquisadores correlacionaram a composição corporal com alguns cortes de costelas já na primeira metade do século passado (LUSH, 1926; HOPPER, 1944). O trabalho clássico de definição de metodologia da utilização das 9-10-11^{as} costelas foi realizado por HANKINS & HOWE (1946). Estes autores propuseram a adoção de uma amostra da carcaça entre a 9^a e a 11^a costelas, como estimador da composição química da carcaça de bovinos, a partir da dissecação completa de 84 carcaças de novilhos de raças européias britânicas (Aberdeen Angus, Hereford, Shorthorn e suas cruzas) foram desenvolvidas, pelos constituintes físicos das 9-10-11^{as} costelas e da carcaça, equações de regressão que têm sido amplamente utilizadas em todo o mundo.

A técnica utilizada por HANKINS & HOWE (1946) foi assim descrita: da meia-carcaça direita resfriada é retirado o corte das 9-10-11^{as} costelas, essa secção é obtida após a separação da carcaça entre a 12^a e a 13^a costelas, mede-se a distância entre o ponto onde a vértebra foi seccionada e o início da 12^a costela; em seguida, defini-se um ponto, 61,5% dessa medida distante da vértebra, e traça-se uma linha perpendicular nesse ponto, encontrando um outro ponto da interseção dessa linha com a circunferência externa da costela; então, separa-se a parte dorsal da parte ventral, cortando-se as costelas nesse ponto, e finalmente separam-se as costelas 9-10-11^{as}, cortando-se com a faca pressionando a face posterior da 8^a e 11^a costelas.

Após a separação do corte, este é pesado e separado fisicamente em músculo, gordura e ossos. Esses componentes são, então, pesados separadamente para determinação da composição física do corte. Em seguida são congelados, posteriormente moídos conjuntamente, homogeneizados e dos mesmos, retiradas amostras para análises químicas.

Avaliação de exigências nutricionais

As duas principais exigências a serem determinadas são energia e proteína, e, de acordo com alguns autores (LOFGREEN & GARRET, 1968; AFRC, 1993 e NRC, 1996), a exigência de energia divide-se em energia líquida de manutenção (ELm) e energia líquida para ganho (ELg). VAN SOEST (1994), ainda, fracionou a energia em líquida para produção de leite (ELlac) e em líquida para gestação (ELgest).

A energia de manutenção consiste na energia necessária para os processos ou funções ligados 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 resultaria em ganhos ou perdas de peso corporal (NRC, 1996). LOFGREEN & GARRET (1968) definiram a exigência líquida de ganho (ELg) como sendo a energia depositada no ganho, que segundo 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.

Para a determinação da exigência de manutenção, pode-se utilizar vários métodos, entre eles, experimentos de longa duração, onde se determina o nível de alimentação necessário para manutenção de peso constante; métodos calorimétricos; e método de abate comparativo (LOFGREEN & GARRETT, 1968; NRC, 2000). Dentre estes, o método de abate comparativo está entre os mais usados para determinação de exigências em gado de corte, constituindo-se a base do sistema Californiano de Energia Líquida, utilizado no sistema americano de alimentação de gado de corte (NRC, 2000).

De acordo com NRC (1984), as exigências de energia para ganho de peso são estimadas pela quantidade depositada como lipídeo e como matéria orgânica não gordurosa (praticamente apenas proteína). Experimentos realizados no Brasil têm procurado determinar as exigências nutricionais para ganho, por intermédio de regressões do logaritmo do conteúdo corporal de energia, em função do logaritmo do peso do corpo vazio (BERNDT et al., 2002).

Segundo LOFGREEN & GARRETT (1968), as exigências de energia líquida de manutenção foram estimados em $77 \text{ kcal/PV}^{0,75}$, onde $\text{PV}^{0,75}$ é o peso metabólico, valor adotado pelo NRC (1996). Porém, esses valores referem-se a animais taurinos estabelecidos, na ausência de estresse e com atividade física mínima. Os valores observados para animais zebuínos são menores, segundo o NRC (1996), sendo que as raças zebuínas requerem 10% menos energia que as taurinas. Para o Cornell Net Carbohydrate Protein System – CNCPS (FOX et al., 1992), os animais zebuínos apresentam exigências de 89% em relação ao valor básico de $77 \text{ Kcal/ kg de PV}^{0,75}$, usado pelo NRC (1996).

De acordo com SILVA et al. (2002), as diferenças nas exigências de energia líquida para manutenção entre grupos genéticos podem ser, em parte, explicadas por diferenças no tamanho de seus órgãos internos, que são maiores nos taurinos do que nos zebuínos.

Em relação à exigência de energia líquida de ganho, o NRC (1984) sugeriu valores entre 1,2 a 8,0 Mcal/kg de ganho, de acordo com peso e condições dos animais. FONTES (1995), em experimento com bovinos Limousin x Nelore, Marchigiana x Nelore, Angus x Nelore e Holandês x Nelore, observou valores de exigência de energia líquida para ganho, de 4,3 Mcal/kg de peso do corpo vazio (PCVz) para animais com 450 kg de PCVz.

A determinação das exigências de proteína, para manutenção ou crescimento, é imprescindível, tanto quanto as de energia (PAULINO et al., 2004). Segundo esses autores, a demanda de proteína para manutenção de um bovino é igual às perdas metabólicas fecais, urinárias e perdas por descamação. A quantificação dessas perdas consiste num processo relativamente difícil, principalmente em relação às perdas metabólicas fecais, uma vez que é necessário separar as perdas microbianas nas fezes das verdadeiras perdas metabólicas fecais.

WILKERSON et al. (1993) estimaram as exigências de proteína metabolizável para manutenção em 3,8 g/kg $PV^{0,75}$ /dia, sendo este o valor adotado pelo NRC (1996). Em relação aos requerimentos de proteína para bovinos em crescimento e terminação, GEAY (1984) afirmou que são relacionados ao conteúdo de matéria seca livre de gordura no peso ganho e variam com a raça, classe sexual e taxa de ganho de peso. FONTES (1995), ao compilar vários experimentos, verificou exigências líquidas de proteína para ganho de 1 kg de PCVz para animais Nelore e mestiços, de 0,189 e 0,174 kg, para animais não-castrados, com PCVz de 200 e 400 kg, respectivamente.

BERNDT et al. (2002), observou exigências líquidas de proteína em animais da raça Santa Gertrudes, relataram exigências de 164,5 e 139,1 g de proteína, para animais não-castrados, com peso de corpo vazio de 300 e 500 kg, respectivamente.

A utilização do subproduto da produção de lisina (SPL)

A utilização de subprodutos industriais na alimentação animal tem sido foco de estudo de muitos pesquisadores. De acordo com ZAGATTO (1992),

subprodutos industriais não tóxicos e com comprovado valor nutricional poderiam ser utilizados na alimentação de ruminantes. Um dos estudados é o subproduto concentrado da produção de lisina (SPL), o qual possui alto teor de nitrogênio e matéria orgânica em sua composição, constituindo-se fonte poluidora de rios e mananciais, fato que poderia ser amenizado se o mesmo fosse empregado na alimentação de ruminantes (HANNON & TRENKLE, 1990).

HENRIQUE et al. (2005) relataram que a produção de lisina no Brasil e, conseqüentemente, de SPL teve início em 1996. Este processo consiste na fermentação do xarope de cana-de-açúcar com bactérias do gênero *Brevibacterium*, o que resulta na produção de lisina, sólido de cor clara, utilizado nas indústrias de rações animais, tendo como subproduto o SPL que, de acordo com BOKORI et al. (1992), trata-se de um líquido viscoso de coloração marrom, apresentando leve odor de melaço e pH que varia de 4,5 a 4,7.

O SPL já recebeu diferentes denominações. Nos Estados Unidos da América, foi denominado como “CMS” (condensado solúvel da fermentação do melaço) (HANNON & TRENKLE, 1990). Segundo ULBRICH et al. (1993), na Alemanha trata-se do resíduo da hidrólise do farelo de soja para produção de lisina. Na Hungria, foi chamado de “Protoferm” ou CMS, conforme relataram BOKORI et al. (1992) e FEKETE et al. (1992). Na Rússia, foi chamado de líquido aminobakterin, por ZAKHARYAN et al. (1986).

OLIVEIRA et al. (2000) ao caracterizarem o SPL, registraram 38,2% de matéria seca (MS), 75,6% de proteína bruta na MS, 12,1% de nitrogênio total na MS, sendo 10,8% de nitrogênio não protéico na MS e 9,6% de matéria mineral na MS. Já, HENRIQUE et al. (2005) descreveram o subproduto com 38% de matéria seca, 85,1% de proteína na matéria seca, 0,26% de fósforo, 3,14% de potássio, 24,3% de enxofre, 0,21% de cálcio, 2,24% de magnésio, 12,04% de carboidratos totais e 10,2% de sódio, com base na MS.

Esses autores verificaram, ainda, que o nitrogênio do SPL apresenta-se, principalmente, na forma não-protéica, sendo que ao realizarem análises

periódicas, verificaram a ocorrência de perdas dessa fração por volatilização, a medida que o produto permanecia armazenado.

Alguns autores como Oliveira et al. (2000) e Fekete et al. (1992), verificaram aumento de ganho de peso de bovinos, quando utilizaram 300 e 400 mL por dia de SPL e CMS, respectivamente, por outro lado Ulbrich et al. (1993) observaram redução no ganho diário de cabritos de 374 para 241 g, quando incluiu 5% de resíduo da hidrólise do farelo de soja para produção de lisina. Os resultados adversos indicam que existe uma grande variação na composição desse tipo de resíduo, o que dificulta a comparação entre ensaios.

Objetivos

Os objetivos deste trabalho foram avaliar a substituição de parte da fração protéica dos concentrados utilizados por subproduto concentrado da produção de lisina na alimentação de tourinhos Santa Gertrudes, confinados, observando índices de produção e composição corporal: ganho de peso vazio e de carcaça, taxas de deposição dos tecidos e composição química corporal.

Determinar as exigências de energia e proteína de tourinhos Santa Gertrudes, com dietas contendo diferentes inclusões de subproduto concentrado da produção de lisina.

Fornecer informações sobre tourinhos Santa Gertrudes para programas de exigências nutricionais, simulação de desempenho e formulação de rações.

REFERÊNCIAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Energy and protein requirement of ruminants**. Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureaux International, 1993. 159p.

ALLEONI, G.F. et al. Avaliação da composição química e física dos cortes da costela para estimar a composição química corporal de novilhos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.26, n.2, p.382-390, 1997.

BACKES, A.A. et al. Composição corporal e exigências líquidas de energia e proteína para ganho de peso de novilhos Santa Gertrudis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.3, p.2307-2313, 2002.

BERNDT, A. et al. Exigências líquidas de proteína e energia para crescimento de tourinhos Santa Gertrudis em dietas de alto teor de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.5, p.2098-2104, 2002.

BOKORI, J. et al. Feeding value and possibility of use of the by-product of lysine production ("Protoferm" or CMS) en animal nutrition. I. Physycal and chemical characteristics of "Protoferm", physiological observations when fed to dairy cows and fattening steers. **Magyar Allatorvosok Lapja**, Budapest, v.47, n.8, p.395-402, 1992. CD-ROM.

ESTRADA, L.H.C. et al. Exigências nutricionais de bovinos não-castrados em confinamento. 1. Conteúdo corporal e exigências líquidas de proteína e energia para ganho de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.26, n.3, p.575-583, 1997.

FEKETE, S. et al. Feeding value and possibility of use of the by-product of lysine production ("Protoferm" or CMS) en animal nutrition. II. Determination of feeding value of "Protoferm" in growing heifers, fattening lambs and rats. **Magyar Allatorvosok Lapja**, Budapest, v.47, n.12, p.658-668, 1992. CD-ROM.

FERREIRA, M.A. et al. Predição da composição corporal por intermédio de método direto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.1, p.242-246, 2001.

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: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p. 419-455.

FOX, D.G.; SNIFFEN, C.J; O'CONNOR, J.D. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.70, n.11, p.3578-3596, 1992.

GARRET, W.N.; HINMAN, N. Re-evaluation of the relationship between carcass density and body composition of beef steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.28, n.1, p.1-5, 1969.

GEAY, Y. Energy and protein utilization in growing cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.58, n.3, p.766-778, 1984.

HANKINS, O.G.; HOWE, P.E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts**. Washington: USDA, 1946. (Technical Bulletin, 926).

HANNON, K.; TRENKLE, A. Evaluation of condensed molasses fermentation solubles as a nonprotein nitrogen source for ruminants. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.68, n.9, p.2634-2641, 1990.

HENRIQUE, W. et al. Estimativa da composição química corporal de tourinhos Santa Gertrudes a partir da composição química e física das 9-10-11^a costelas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.3, p.709-718, 2003.

HENRIQUE, W. et al. Níveis do subproduto de lisina em dietas com alto concentrado para tourinhos Santa Gertrudes em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.6, p.2457-2465, 2005 (suplemento).

HENRIQUE, W. et al. Ganhos de peso, taxas de deposição e composição química corporal de tourinhos Santa Gertrudes confinados, recebendo alto concentrado e níveis crescentes de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.3, p.1178-1185, 2006 (suplemento).

HOPPER, T.H. Methods of estimating the physical and chemical composition of cattle. **Journal of Agriculture Research**, Washington, v.68, n.6, p.239-268, 1944.

LANA, R.P. et al. Composição corporal e do ganho de peso e exigências de energia, proteína e macrominerais (Ca, P, Na e K) de novilhos de cinco grupos raciais. 2. Exigências de energia e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.21, n.3, p.528-537, 1992.

LEME, P.R. et al. Estimativa da composição química corporal de novilhos Nelore através do espaço deutério. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.23, n.3, p.441-452, 1994.

LOFGREEN, G.P.; GARRET, W.N. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.27, n.3, p.793-806, 1968.

LONG, C.R. Crossbreeding for beef production: experimental results. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.51, n.5, p.1197-1223, 1980.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. São Paulo: Intermídia Serviços de Propaganda, 2000. 134p.

LUSH, J.L. Practical methods for estimating the proportion of fat and bone in cattle slaughtered in commercial packing plants. **Journal of Agriculture Research**, Washington, v.32, n.8, p.727-755, 1926.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP/Unesp, 2002. 375p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA, **Cadeia produtiva da carne bovina**. Brasília: IICA: MAPA/ SPA, 2007. 86p.

MORAES, E.H.B.K. et al. Exigências de energia de bovinos de corte em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.5, p.933-940, 2009.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirement of beef cattle**. 6th.ed. Washington, DC, 1984. 90p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirement of beef cattle**. 7th.ed. Washington, DC, 1996. 243p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirement of beef cattle**. 8th.ed. Washington, DC, 2000. 234p.

OLIVEIRA, D.J.C. et al. Avaliação do subproduto da produção de lisina para bovinos – digestibilidade das dietas e desempenho em confinamento. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.24, n.3, p.756-765, 2000.

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

PAULINO, P.V.R. et al. Exigências nutricionais de zebuínos: Proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.3, p.759-769, 2004.

REID, J.T.; WELLINGTON, G.H.; DUNN, H.O. Some relationships among the major chemical components of the bovine body and their application to nutritional investigations. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.38, n.12, p.1344-1359, 1955.

ROBELIN, J.; GEAY, Y. Body composition of cattle as affected by physiological status, breed, sex and diet. In: GILCHRIST, F.M.C.; MACKIE, R.I. (Eds.) **Herbivore nutrition in the subtropical and tropics**, Caighall(2A): Science Press, 1984. p.525-547.

SILVA, F.F. **Desempenho, características de carcaça, composição corporal e exigências nutricionais (de energia, proteína, aminoácidos e macrominerais) de novilhos Nelore, nas fases de recria e engorda, recebendo deferentes níveis de concentrado e proteína**. 2001 – 211f., Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

SILVA, F.F. et al. Composição corporal e requisitos energéticos e protéicos de bovinos Nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.1, p.503-513, 2002 (suplemento).

SIQUEIRA, J.G. et al. Exigência de energia de manutenção e composição corporal e do ganho de vacas de corte adultas de três grupos genéticos confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.6, p.2159-2167, 2007 (suplemento).

ULBRICH, M. et al. The use of a hydrolysis residue from lysine production in a straw-concentrate mixture for lambs. **Archives of Animal Nutrition**, Berlim, v.44, n.2, p.175-185, 1993.

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

VÉRAS, A.S.C. et al. Composição corporal e requisitos energéticos e protéicos de bovinos Nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de volumoso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.8, p.2379-2389, 2000.

WILKERSON, V.A. et al. Metabolizable protein and amino acid requirements of growing beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.71, n.6, p.2777-2784, 1993.

ZAGATTO, L.C.A.G. Impactos sócio-econômicos da utilização de resíduos da agroindústria e beneficiamento de produtos agrícolas na alimentação de ruminantes. In: SIMPÓSIO UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS E RESÍDUOS DE COLHEITA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 1992, São Carlos. **Anais...** São Carlos: EMBRAPA-UEPAE de São Carlos, 1992. p.29-43.

ZAKHARYAN, G.P.; MELIKBEKYN, N.O. KIRAKOSYAN, L.G. Effect of amonbakterin on milk yield of cows. *Izvetiya Sel'Skokhozyaistvennykh Nauk Armenskoi Ssr*, Moscow, n.7, p.70-73, 1986. CD-ROM.

CAPÍTULO 2 - GANHOS DE PESO, TAXAS DE DEPOSIÇÃO E COMPOSIÇÃO CORPORAL DE TOURINHOS SANTA GERTRUDIS CONFINADOS, RECEBENDO ALTO CONCENTRADO COM INCLUSÕES CRESCENTES DE SUBPRODUTO DA PRODUÇÃO DE LISINA

RESUMO – O experimento foi conduzido objetivando-se avaliar a substituição de parte da fração protéica do concentrado por subproduto concentrado da produção de lisina sobre o ganho de peso de corpo vazio e de carcaça, a taxa de deposição dos tecidos e a composição química de tourinhos Santa Gertrudes confinados. Foram utilizados 33 animais com idade média de 10 meses e peso médio inicial de 242 kg, mantidos em baias individuais por 115 dias, após 56 dias de adaptação. Os animais receberam dietas contendo 80% de concentrado, sendo testadas as inclusões de 0; 4,5; e 9,0% do subproduto da produção de lisina (SPL) na matéria seca da dieta. Seis animais foram abatidos após o período de adaptação e constituíram os animais-referência. Os tratamentos sem e com 4,5% de SPL não diferiram para nenhum dos parâmetros avaliados. Já os tratamentos sem e com 9,0% de SPL diferiram quanto ao ganho de peso do corpo vazio, composição final em água e taxa de deposição e composição do ganho de peso vazio em minerais. Os tratamentos com 4,5 e 9,0% de SPL diferiram entre si quanto ao peso de carcaça e do corpo vazio finais, ganho de peso de carcaça e de corpo vazio, composições finais do corpo vazio em proteína e em minerais, taxas de deposição e composições do ganho para proteína e minerais. Os valores observados foram 243,6; 247,3 e 226,5 kg para peso final de carcaça; 392,7; 398,7 e 365,7 kg para peso final de corpo vazio; 0,64; 0,69 e 0,51 kg/dia para ganho de peso de carcaça; e 1,03; 1,11 e 0,82 kg/dia para ganho de

peso do corpo vazio, respectivamente para os tratamentos sem, com 4,5 e com 9,0% de SPL. O SPL pode ser utilizado como alimento para bovinos em terminação recebendo dietas com alta proporção de concentrado, substituindo parte da fração protéica. A utilização de 4,5% de SPL na matéria seca da dieta mostrou ser o melhor nível, pois contribuiu com aumento do peso final e do ganho de peso de carcaça.

Palavras-chave: bovinos de corte, composição de ganho, corpo vazio

Introdução

O Brasil vem consolidando nos últimos anos sua posição como grande exportador de carne bovina, tendo como base o aumento na capacidade produtiva, que cresceu 50% entre 1997 e 2006 (MAPA, 2007). Parte desse crescimento ocorreu devido ao aumento do rebanho que ocupou novas áreas, as fronteiras agrícolas. Porém, atualmente, cresce a pressão por preservação ambiental, fazendo com que o crescimento produtivo não esteja mais pautado em aumento de rebanho ou abertura de novas áreas, mas sim buscando estratégias tecnológicas para aumentar a eficiência do modelo de produção.

A alimentação tem papel preponderante no desempenho produtivo dos bovinos, em qualquer das fases do crescimento. Para o balanceamento das dietas, especialmente na fase de terminação, são ainda utilizadas tabelas de exigências nutricionais elaboradas em outros ambientes e condições. Resultados nacionais ainda não são freqüentes, devido à dificuldade na medição da composição corporal e estimativa das exigências nutricionais. Esse quadro é mais agravado quando se utilizam animais de genética zebuína, sendo que esses representam a maior parte do rebanho bovino brasileiro e os dados dessas tabelas de exigências nutricionais são gerados na sua maioria para animais taurinos.

As taxas de deposição dos principais tecidos constituintes do corpo, ósseo, muscular e adiposo, mudam ao longo da vida dos animais; conseqüentemente, a composição corporal varia com o decorrer do tempo. As mensurações dessas alterações são de extrema importância na determinação das exigências de proteína, energia e minerais (HENRIQUE et al., 2006).

A mensuração da composição corporal pode ser realizada através da determinação da composição química corporal no animal vivo ou *post-mortem*, sendo esta última a de maior precisão. Dentre as várias técnicas, a determinação direta da composição química corporal seria a forma mais confiável e precisa, segundo GARRET & HINMAN (1969), porém deve-se atentar para as dificuldades de aplicação da mesma em animais de grande porte como os bovinos. A fim de facilitar as determinações, vários pesquisadores correlacionaram a composição corporal com alguns cortes de costelas (LUSH, 1926; HOPPER, 1944), sendo o trabalho clássico de definição de metodologia da utilização das 9-10-11^a costelas realizado por HANKINS & HOWE (1946). HENRIQUE et al. (2003) desenvolveram equações para tourinhos Santa Gertrudes correlacionando a composição corporal com a composição desse corte de costelas definido por HANKINS & HOWE (1946), sendo que os autores sugeriram que sempre devem ser utilizadas equações que foram determinadas com o mesmo grupo genético que será objeto de estudo.

A indústria de alimentos tem desenvolvido inúmeros produtos destinados ao consumo humano e animal, gerando quase sempre grandes quantidades de subprodutos. Esses subprodutos, quando dispostos de maneira incorreta na natureza, tornam-se poluentes ambientais. A utilização na alimentação de ruminantes de subprodutos industriais, como o subproduto concentrado da produção de lisina (SPL), poderia reduzir a contaminação ambiental (HANNON & TRENKLE, 1990).

O SPL é resultado da produção do aminoácido lisina, sólido de cor clara utilizado nas indústrias de ração animal. O processo industrial consiste na fermentação do xarope de cana-de-açúcar com bactérias do gênero

Brevibacterium, adicionado, ainda, de algumas substâncias (HENRIQUE et al., 2005).

O objetivo nesse estudo foi estudar a substituição de parte da fração protéica dos concentrados utilizados na dieta por subproduto concentrado da produção de lisina, avaliando seus efeitos sobre o ganho de peso vivo, vazio e de carcaça, as taxas de deposição dos tecidos e a composição química corporal de tourinhos Santa Gertrudes terminados em confinamento.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento/Apta, em São José do Rio Preto, SP. Para tanto, foram selecionados do rebanho da instituição 33 animais machos Santa Gertrudes, não castrados, com idade de 10 meses e peso médio inicial de 242 kg. Seis animais foram abatidos após o período de adaptação e utilizados como animais-referência para a estimativa de composição corporal inicial. Os animais foram mantidos em baias coletivas da desmama até o início do experimento, quando foram distribuídos em blocos, de acordo com o peso e alocados em baias individuais, parcialmente concretadas e com cocho coberto, com livre acesso a água. Os animais permaneceram confinados durante 171 dias, dos quais os primeiros 56 dias foram para adaptação.

Os tratamentos consistiram na inclusão de SPL nas seguintes quantidades: controle (sem a adição do SPL); 4,5 e 9,0% da matéria seca da dieta, ambos em substituição à uréia, ao sulfato de amônio e parte do farelo de soja (Tabela 1). O tratamento com 4,5 % de SPL foi definido segundo o teor máximo estimado em simulações pelo modelo Cornell Net Carbohydrate and Protein System – CNCPS (SNIFFEN et al., 1992). O tratamento com 9,0% de SPL foi exatamente o dobro do máximo sugerido pelo modelo. O volumoso utilizado foi silagem de milho com 40% de grãos na matéria seca, determinada no momento da ensilagem.

A alimentação foi fornecida duas vezes ao dia, em forma de ração completa, permitindo-se sobras em torno de 10%, que foram retiradas duas vezes por semana, sendo amostradas semanalmente, para estimação do teor de matéria seca. A quantidade de ração fornecida foi corrigida semanalmente, considerando-se o consumo na semana anterior.

Tabela 1. Composição das dietas experimentais (porcentagem da matéria seca), valores de energia metabolizável (EM) em Mcal/kg e porcentagem de nutrientes digestíveis totais (NDT), oferecidas para tourinhos Santa Gertrudes confinados.

Parâmetro	Tratamentos – Porcentagem de SPL ¹		
	0,0	4,5	9,0
Silagem de milho	20,00	20,00	20,00
Milho em grão triturado	26,30	25,40	27,10
Polpa cítrica peletizada	40,00	40,00	40,00
Farelo de soja	12,00	9,00	2,80
SPL ¹	-	4,50	9,00
Uréia	0,30	-	-
Sulfato de amônio	0,20	-	-
Cloreto de potássio	0,25	0,25	0,25
Fosfato bicálcico	0,20	0,30	0,40
Sal mineral ²	0,73	0,53	0,43
Monensina sódica	0,025	0,025	0,025
EM ³	2,78	2,81	2,83
NDT ³	72,57	73,22	73,72
PB	12,63	13,88	14,96

¹ SPL – subproduto concentrado da produção de lisina

² Níveis de garantia por kg: Ca 271 g, P 29 g, Mg 20 g, S 31 g, Na 62 g, Zn 1.350 mg, Cu 340 mg, Fe 1.064 mg, Mn 940 mg, Co 10 mg, I 25 mg e Se 10 mg

³ Valores calculados a partir do NRC (2001)

A composição da silagem de milho e de alguns ingredientes utilizados na dieta dos animais é apresentada na Tabela 2, sendo os teores de matéria seca, proteína bruta, nitrogênio amoniacal, matéria mineral, cálcio e fósforo determinados segundo AOAC (1995), e de fibra em detergente neutro (FDN) de acordo com VAN SOEST et al. (1991).

Tabela 2. Composição químico-bromatológica da silagem de milho e de ingredientes utilizados na alimentação de tourinhos Santa Gertrudes confinados

Fração	Silagem de milho	Milho em grão	Polpa cítrica peletizada	Farelo de Soja	SPL ¹
Matéria seca (%)	33,67	87,99	90,43	87,60	38,20
Proteína bruta*	7,36	8,58	5,49	46,80	85,10
Nitrogênio não protéico*	0,29	-	0,27	0,38	10,70
FDN ² *	64,71	13,46	32,24	29,62	-
Matéria mineral*	5,32	1,16	6,10	6,32	9,70
Cálcio*	0,18	0,05	1,54	0,29	0,26
Fósforo*	0,13	0,17	0,09	0,53	0,10

¹ SPL – subproduto concentrado da produção de lisina.

² FDN – fibra em detergente neutro

* Porcentagem na matéria seca.

Ao final do experimento, os animais foram pesados, após jejum completo de 18 horas, e abatidos em frigorífico comercial. As carcaças foram pesadas para determinação do seu rendimento, e em seguida foram resfriadas. Após 24 horas de resfriamento, foram retirados os cortes das 9-10-11^a costelas da meia-carcaça esquerda, segundo HANKINS & HOWE (1946). A matéria seca desse corte foi determinada por liofilização durante 80 horas, após moagem com motor de 15 HP.

O peso inicial da carcaça, do início do período experimental, foi estimado considerando-se o rendimento de carcaça dos animais-referência, de 54,41%. Com os pesos iniciais e finais das carcaças foi estimado o peso do corpo vazio dos animais, inicial e final, utilizando-se a equação abaixo, desenvolvida por HENRIQUE et al. (2003):

$$\text{Peso do corpo vazio} = 1,6093 \text{ peso da carcaça quente} + 0,6784 \text{ (R}^2 = 0,99)$$

Para estimativa da composição química corporal inicial, foram utilizados os valores observados nos animais-referência: 64,12% de água; 11,35% de extrato etéreo; 19,85% de proteína; 4,68% de minerais; e 2,24 Mcal de energia/ kg MS.

Já a composição química corpo vazio (CVz) final foi estimada utilizando-se as equações abaixo, desenvolvidas por HENRIQUE et al. (2003) para tourinhos

Santa Gertrudes, que correlacionam a composição da seção da 9-10-11^a costelas com a composição corporal:

$$\% \text{ água no CVz} = 1,1221 \times \% \text{ de água na 9-10-11}^{\text{a}} \text{ costelas} - 6,4839 \quad (R^2 = 0,95);$$

$$\% \text{ EE no corpo vazio} = -1,0192 \times \% \text{ água no corpo vazio} + 76,8675 \quad (R^2 = 0,94);$$

$$\% \text{ proteína bruta no CVz} = 82,52\% \text{ da matéria seca desengordurada};$$

$$\% \text{ minerais do CVz} = 17,48\% \text{ da matéria seca desengordurada}.$$

Os valores de energia do extrato etéreo e da proteína utilizados para os cálculos da composição do corpo vazio final foram 9,343 e 5,641 Mcal/kg, respectivamente, conforme descrito por BOIN et al. (1994). Para o cálculo das taxas de deposição dos tecidos, foram considerados 115 dias de período experimental.

Considerou-se delineamento em blocos ao acaso (conforme peso inicial), com três tratamentos e nove repetições, sendo a diferença entre tratamentos verificada por análise de variância (SAS, 1999) e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey, considerando-se 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Os pesos vivos, pesos de carcaça e de corpo vazio, iniciais, o rendimento de carcaça e área de olho de lombo não mostraram diferenças significativas entre tratamentos ($P > 0,05$) (Tabela 3), mas os pesos finais e os ganhos de peso, tanto para peso vivo e carcaça quanto para corpo vazio, bem como a espessura de gordura mostraram-se diferentes ($P < 0,05$). Para todas as variáveis que apresentaram diferença estatística significativa, o tratamento com inclusão de 4,5% diferiu do tratamento com 9% de SPL, exceto para a espessura de gordura, sendo que o tratamento com 4,5% foi superior para todos esses parâmetros. Por outro lado, a inclusão de 4,5% de SPL não diferiu ($P > 0,05$) em relação ao

tratamento sem inclusão desse subproduto, exceto para espessura de gordura. Já os tratamentos sem e com 9,0% de SPL diferiram ($P < 0,05$) apenas para ganho diário de corpo vazio. A adição de 4,5% de SPL foi o nível obtido na simulação da dieta pelo CNCPS, assim ocorreu o que seria esperado, ou seja, que esse tratamento não diferisse da dieta padrão, sem adição de SPL.

Tabela 3. Pesos iniciais e finais, e ganhos de peso vivo, de carcaça e de corpo vazio, espessura de gordura, área de olho e lombo, rendimento de carcaça e ingestão de matéria seca (MS), de tourinhos Santa Gertrudes confinados, com inclusões crescentes de Subproduto da Produção de Lisina (SPL)

Parâmetro	Tratamentos – Porcentagem de SPL			CV (%) ¹
	0,0	4,5	9,0	
Peso inicial, kg				
Vivo	317,11	313,67	313,11	5,53
Carcaça	172,54	170,67	170,36	5,53
Corpo vazio	278,35	275,33	274,84	5,52
Peso final, kg				
Vivo	437,44 ab	450,56 a	416,22 b	5,92
Carcaça	243,65 ab	247,33 a	226,85 b	6,47
Corpo vazio	392,79 ab	398,70 a	365,75 b	6,43
Espessura de gordura, mm	4,72 b	5,61 a	5,28 ab	29,61
Área de olho de lombo, cm ²	57,99	56,42	53,55	10,42
Rendimento de carcaça, %	55,68	54,88	54,57	2,39
Ingestão de MS, kg/dia	7,17	7,92	7,28	11,68
Ganho de peso, kg/dia				
Vivo	1,08 ab	1,23 a	0,93 b	17,60
Carcaça	0,64 ab	0,69 a	0,51 b	17,24
Corpo vazio	1,03 a	1,11 a	0,82 b	17,20

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

¹ CV – Coeficiente de variação

O peso final de carcaça para tourinhos Santa Gertrudes nos tratamentos sem e com 4,5% de SPL foi semelhante ao obtido por HENRIQUE et al. (2007) de 246,8 kg, que avaliaram a silagem de grãos de milho úmido com diferentes tipos de volumosos.

OLIVEIRA et al. (2000), trabalhando com animais Guzerá com idade inicial de 10 meses e peso de 180 kg, verificaram ganhos de peso vivo de 0,98; 1,07 e 0,64 kg/dia para dietas com inclusão 0; 1,29 e 2,65% de SPL com base na MS, respectivamente. Os autores recomendaram a inclusão de SPL na matéria seca da dieta a um nível inferior a 4,5% utilizado no presente trabalho.

PUTRINO et al. (2006a), em experimento realizado com dois grupos genéticos, Nelore e Brangus, com pesos médios iniciais de 210 kg, e dietas contendo 20, 40, 60 ou 80% de concentrado na matéria seca, observaram diminuição no ganho de peso de carcaça e corpo vazio para o maior nível de concentrado, onde o NDT estimado foi de 73%, apresentando ganhos de 1,14 e 0,59 kg/dia, respectivamente para peso do corpo vazio e peso de carcaça. No presente trabalho, o ganho de peso do corpo vazio no tratamento com 4,5% de SPL ficou próximo aos obtidos por aqueles autores. Já para ganho de peso de carcaça o tratamento, com inclusão de 4,5% apresentou ganho superior ao encontrado por aqueles autores.

A piora no desempenho, quando da inclusão de 9,0%, para os vários parâmetros avaliados, inicialmente poderia ser relacionado à aceitabilidade do SPL, com conseqüente diminuição na ingestão de matéria seca, como sugeriram Hannon & Trenkle (1990), porém os valores de ingestão de matéria seca observados no presente trabalho, demonstraram não ser este o motivo, ao menos neste ensaio. De acordo com Henrique et al. (2005), este comportamento pode estar relacionado a outros fatores, como alterações metabólicas e eficiência de utilização de nutrientes, que poderiam ter interferido na redução dos ganhos de peso, com inclusão de SPL acima de 4,5%.

Na Figura 1 são apresentados os resultados de ganho de peso vivo, de carcaça e de corpo vazio, pode-se verificar que todos os ganhos apresentam semelhança.

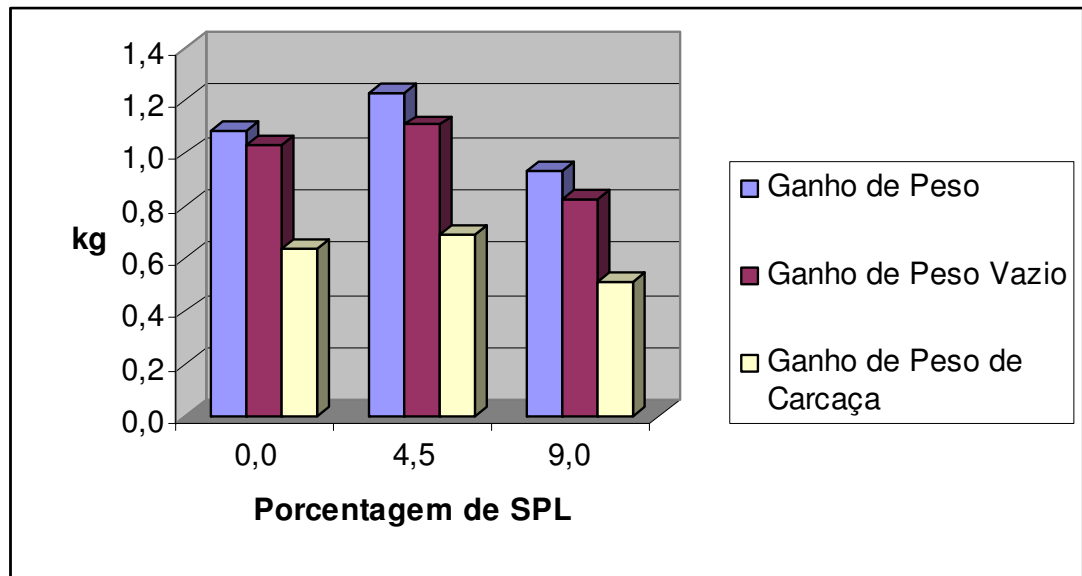


Figura 1. Relações entre ganho de peso, ganho de peso vazio e ganho de peso de carcaça

Não houve diferença ($P > 0,05$) nas quantidades de água, extrato etéreo, proteína e minerais na composição química das 9-10-11^a costelas e corporal, mensurados e estimados, respectivamente, a partir das equações desenvolvidas por HENRIQUE et al. (2003) (Tabela 4).

Tabela 4. Composição química das 9-10-11^a costelas e do corpo vazio, em porcentagem, de tourinhos Santa Gertrudes confinados, com inclusões crescentes de Subproduto da Produção de Lisina (SPL)

Parâmetro	Tratamentos – Porcentagem de SPL			CV (%) ¹
	0,0	4,5	9,0	
Composição das 9-10-11 ^a costelas				
Água	57,14	55,78	56,24	2,81
Extrato etéreo	19,49	20,65	18,21	9,65
Proteína	19,01	18,64	16,69	10,76
Minerais	4,21	4,75	4,05	16,07
Composição do corpo vazio				
Água	57,64	56,10	56,62	3,13
Extrato Etéreo	18,12	19,69	19,16	9,54
Proteína	20,00	19,98	19,99	0,14
Minerais	4,24	4,23	4,23	0,14

¹ CV – Coeficiente de variação

HENRIQUE et al. (2006), utilizando a mesma categoria de animais e a mesma relação volumoso:concentrado, e trabalhando com a inclusão crescente de polpa de citros peletizada, observaram valores da composição química da 9-10-11^a costelas menores para água e proteína, 53,95 e 17,69%, respectivamente. Porém os valores médios de extrato etéreo observados foram maiores, 22,59%.

GOULART et al. (2008), estudando o desenvolvimento de bovinos de quatro grupos genéticos (Nelore, Angus x Nelore, Simental x Nelore e Canchim x Nelore), observaram diferenças na composição de corpo vazio, sendo que os grupos Angus x Nelore e Simental x Nelore apresentaram valores de 56,15 e 22,44% para os teores de água e extrato etéreo, respectivamente, enquanto os outros grupos apresentaram valores de 58,22 e 20,75% para os mesmos componentes. Os teores de água encontrados por esses autores foram semelhantes aos do presente trabalho, porém os valores de extrato etéreo foram superiores apenas para o primeiro grupo genético.

Com dieta composta por 80% de concentrado, PUTRINO et al. (2006a) verificaram maior quantidade de água na composição do corpo vazio, de 59,02%, do que o presente trabalho, valores semelhantes de extrato etéreo, de 18,90% e valores menores de proteína, de 17,39%.

GALATI et al. (2007), trabalhando com animais Nelore e dieta com 60% de volumoso, obtiveram valores para composição do corpo vazio de 53,70; 25,00 e 17,90%, respectivamente para teores de água, extrato etéreo e proteína, sendo esses valores inferiores aos encontrados no presente trabalho para os teores de água e proteína, mas superior quanto ao teor de extrato etéreo. Essa ocorrência está provavelmente relacionada, entre outras, ao grupo genético utilizado por aqueles autores e aos animais terem sido abatidos com idade mais elevada, favorecendo a obtenção de carcaças com melhor acabamento.

A quantidade de água, proteína e minerais do corpo vazio dos animais ao final do experimento apresentaram diferença significativa entre tratamentos (Tabela 5). Os tratamentos com 4,5 e 9,0% de SPL foram diferentes entre si para

a composição química do corpo vazio em proteína e minerais, enquanto a dieta sem inclusão de SPL diferiu do tratamento com 9,0% para a quantidade de água.

HENRIQUE et al. (2006), trabalhando com animais semelhantes, observaram valores médios da composição do corpo vazio menores em água (209,54 kg), semelhantes para proteína (77,51 kg), exceto em relação ao tratamento com 9% de inclusão de SPL e superiores para extrato etéreo (85,20 kg).

Tabela 5. Composição química inicial e final do corpo vazio de tourinhos Santa Gertrudes confinados, com inclusões crescentes de Subproduto da Produção de Lisina (SPL)

Parâmetro	Tratamentos – Porcentagem de SPL			CV (%) ¹
	0,0	4,5	9,0	
Composição inicial				
Água, kg	178,48	176,54	176,23	5,52
Extrato etéreo, kg	31,59	31,25	31,19	5,51
Proteína, kg	55,25	54,65	54,56	5,52
Minerais, kg	13,03	12,89	12,86	5,51
Energia, Mcal	606,84	600,27	599,21	5,52
Composição final				
Água, kg	226,08 a	223,67 ab	206,93 b	7,12
Extrato etéreo, kg	71,51	78,51	70,24	11,44
Proteína, kg	78,56 ab	79,65 a	73,10 b	6,46
Minerais, kg	16,64 ab	16,87 a	15,48 b	6,46
Energia, Mcal	1.111,23	1.182,84	1.068,63	8,65

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

¹ CV – Coeficiente de variação

As taxas de deposição de proteína e energia do tratamento com 4,5% de SPL apresentaram diferença estatística ($P < 0,05$) (Tabela 6) em relação ao tratamento com maior nível de SPL. Em relação à composição do ganho de peso vazio, o maior percentual de proteína foi verificado no tratamento com 9,0% de SPL, sendo que este diferiu estatisticamente ($P < 0,05$) do tratamento com inclusão de 4,5%. Em relação aos minerais, tanto na taxa de deposição, como na composição do ganho de peso vazio, o tratamento sem inclusão de SPL e com 4,5% de SPL diferiram ($P < 0,05$) do tratamento com 9% de SPL.

Tabela 6. Taxas de deposição dos tecidos e composição percentual do ganho de peso de corpo vazio de tourinhos Santa Gertrudes confinados, com inclusões crescentes de Subproduto da Produção de Lisina (SPL)

Parâmetro	Tratamentos – Porcentagem de SPL			CV (%) ¹
	0,0	4,5	9,0	
Taxas de deposição				
Água, kg/dia	0,43	0,42	0,28	32,74
Extrato etéreo, kg/dia	0,36	0,43	0,35	18,18
Proteína, kg/dia	0,21 ab	0,22 a	0,17 b	16,87
Minerais, kg/dia	0,03 a	0,04 a	0,02 b	21,72
Energia, Mcal/dia	4,55 ab	5,24 a	4,24 b	15,46
Composição do ganho de peso do corpo vazio				
Água	41,41	37,27	33,43	21,45
Extrato etéreo	35,07	39,27	43,31	20,94
Proteína	20,38 ab	20,28 b	20,41 a	0,55
Minerais	3,14 a	3,18 a	2,84 b	6,62

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

¹ CV – Coeficiente de variação

HENRIQUE et al. (2006), estudando animais Santa Gertrudes, com idade média de nove meses e peso médio de 277 kg, alimentados com dietas com 80% de concentrado e NDT médio de 80,8%, verificaram valores próximos para taxa de deposição de proteína e minerais, com 0,24 e 0,04 kg/dia, respectivamente, porém para extrato etéreo os autores observaram valores muito mais elevados com média de 0,59 kg/dia.

Em comparação com PUTRINO et al. (2006a), que trabalharam com animais Brangus e dietas variando de 20 a 80% de concentrado e NDT de 61 e 73%, respectivamente, as taxas de deposição de água foram menores, e as taxas de deposição de extrato etéreo e proteína foram maiores. Os autores observaram taxas de 0,53; 0,22 e 0,15 kg/dia, respectivamente, para deposição de água, extrato etéreo e proteína. Talvez essas diferenças em relação ao presente trabalho estejam relacionadas com os grupos genéticos utilizados, que foram distintos.

Em outro trabalho dos mesmos autores (PUTRINO et al., 2006b), trabalhando com animais Nelore e dieta com 40% de volumoso, a composição do ganho de peso vazio foi de 57,00; 21,58 e 17,20%, para água, extrato etéreo e proteína, respectivamente. Os valores do componente água foram superiores a este trabalho, porém a proteína e extrato etéreo foram menores. Provavelmente, esse valor menor de extrato etéreo esteja relacionado com a raça dos animais, pois o Santa Gertrudes apresenta 5/8 de genética taurina, mais precoce que a raça Nelore, o que resultou em maior deposição de lipídeos.

O valor referente a fração de água do ganho de peso do corpo vazio para o tratamento sem inclusão de SPL foi muito próximo aos encontrados por Goulart et al. (2008), de 41%, para animais oriundos do acasalamento de vacas zebuínas com touros taurinos. Porém, o mesmo não aconteceu com os outros constituintes, pois os autores observaram médias de 40,70 e 15,18%, respectivamente para extrato etéreo e proteína, sendo superior e inferior, respectivamente, aos encontrados no presente experimento.

Conclusões

A substituição de 25% dos componentes protéicos dos concentrados por subproduto da produção de lisina em nível de 4,5%, além de impedir a disponibilização desse na natureza, de maneira contaminante, melhorou as taxas de deposição e a composição química do corpo vazio final, podendo ser utilizado na alimentação de bovinos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 16th.ed. Washington, 1995. v.1, p.1-30.

BOIN, C. et al. Tourinhos Nelore em crescimento e acabamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. p.485.

GALATI, R.L. et al. Equações de predição da composição química corporal a partir do corte da 9-10-11^a costelas de bovinos castrados Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.2, p.480-488, 2007.

GARRET, W.N.; HINMAN, N. Re-evaluation of the relationship between carcass density and body composition of beef steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.28, n.1, p.1-5, 1969.

GOULART, R.S. et al. Composição corporal e exigências líquidas de proteína e energia de bovinos de quatro grupos genéticos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.5, p.926-935, 2008.

HANKINS, O.G.; HOWE, P.E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts**. Washington: USDA, 1946. (Technical Bulletin, 926).

HANNON, K; TRENKLE, A. Evaluation of condensed molasses fermentation solubles as a non-protein nitrogen source for ruminants. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.68, n.9, p.2634-2641, 1990.

HENRIQUE, W. et al. Estimativa da composição química corporal de tourinhos Santa Gertrudes a partir da composição química e física das costelas 9-10-11^a. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.3, p.709-718, 2003.

HENRIQUE, W. et al. Níveis do subproduto concentrado da produção de lisina em dietas com alto concentrado para tourinhos Santa Gertrudes em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.6, p.2457-2465, 2005. (suplemento).

HENRIQUE, W. et al. Ganhos de peso, taxas de deposição e composição química corporal de tourinhos Santa Gertrudes confinados, recebendo alto concentrado e níveis crescentes de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.3, p.1178-1185, 2006. (suplemento).

HENRIQUE, W. et al. Avaliação da silagem de grãos de milho úmido com diferentes volumosos para tourinhos em terminação. Desempenho e características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.1, p.183-190, 2007.

HOPPER, T.H. Methods of estimating the physical and chemical composition of cattle. **Journal of Agriculture Research**, Washington, v.68, n.6, p.239-268, 1944.

LUSH, J.L. Practical methods for estimating the proportion of fat and bone in cattle slaughtered in commercial packing plants. **Journal of Agriculture Research**, Washington, v.32, n.8, p.727-755, 1926.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA, **Cadeia produtiva da carne bovina**. Brasília: IICA: MAPA/ SPA, 2007. 86p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirement of dairy cattle**. 7th.ed. Washington, DC, 2001. 408p.

OLIVEIRA, D.J.C.; BERGAMASCHINE, A.F.; ALVES, J.B. Avaliação do subproduto da produção de lisina para bovinos – Digestibilidade das dietas e desempenho em confinamento. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.24, n.3, p.756-765, 2000.

PUTRINO, S.M. et al. Exigências líquidas de proteína e energia para ganho de peso de tourinhos Brangus e Nelore alimentados com dietas contendo diferentes proporções de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.1, p.292-300, 2006a.

PUTRINO, S.M. et al. Exigências líquidas de proteína e energia para ganho de peso de novilhos Nelore com dietas contendo grão de milho úmido e gordura protegida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.1, p.301-308, 2006b.

STATISTICAL ANALYSES SYSTEM – SAS. **The SAS system for windows version 8.2.0**. 5.ed. Cary: 1999.

SNIFFEN, C.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Albany, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

CAPÍTULO 3 - EXIGÊNCIAS LÍQUIDAS DE ENERGIA E PROTEÍNA DE TOURINHOS SANTA GERTRUDES EM CRESCIMENTO, RECEBENDO ALTO CONCENTRADO

RESUMO – Com o objetivo de determinar as exigências de energia e proteína para ganho de bovinos Santa Gertrudes, desenvolveu-se ensaio utilizando-se 33 animais com idade média de 10 meses e peso inicial de 242 kg, mantidos em baias individuais por 115 dias, após 56 dias de adaptação. Seis animais foram abatidos após o período de adaptação e determinada a composição química corporal inicial. Os animais receberam dietas contendo 80% de concentrado, sendo testadas a inclusão de 0; 4,5; e 9,0% do subproduto da produção de lisina (SPL) na matéria seca da dieta. O valor de energia e proteína para ganho de 1 kg foi estimado por meio de equação de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de energia e de proteína, em função do logaritmo do peso de corpo vazio, sendo que para o cálculo da exigência de proteína metabolizável utilizou-se, ainda um fator de eficiência de utilização. A exigência de energia líquida encontrada para ganho de 1 kg foi de 3,65; 4,17 e 4,63 Mcal, e a exigência de proteína metabolizável foi de 218,55; 216,19 e 202,19 g, respectivamente para animais de 300, 400 e 500 kg. O valor de exigência líquida para manutenção foi obtido por meio da regressão do logaritmo da produção de calor (PC), em função da ingestão de energia metabolizável, chegando-se ao valor de 75,6 Kcal/ PVz^{0,75}/ dia.

Palavras-chave: bovinos, ganho, manutenção, requerimentos

Introdução

Nos últimos anos, o Brasil vem se destacando na produção agropecuária mundial, algo há muito anunciado. A pecuária de corte está entre os vários setores que alcançaram posição privilegiada no mercado internacional, porém de acordo com PAULINO et al. (2004) os índices de produtividade observados continuam classificando a pecuária de corte brasileira, como uma atividade ineficiente e extrativista. Apesar de uma lenta tendência de melhora, constata-se que a realidade da maioria das propriedades encontra-se em defasagem tecnológica, excetuando-se poucas regiões.

De acordo com SILVA et al. (2002), a melhoria no desempenho produtivo do rebanho nacional exige o aprofundamento de estudos que possibilitem determinar exigências nutricionais em condições brasileiras, considerando-se as peculiaridades dos animais criados e o tipo de alimentação. VÉRAS et al. (2000) relataram que a maioria das formulações para ruminantes utilizam tabelas elaboradas em países com ambiente, alimentos e animais diferentes dos encontrados nas condições brasileiras. Isto ocorre apesar do esforço de vários pesquisadores como LANA et al. (1992b), VÉRAS et al. (2000), BACKES et al. (2002), entre outros.

O rebanho bovino brasileiro é composto em sua maioria por animais zebuínos, com prevalência de indivíduos Nelore e anelorados, sendo que estes, segundo PINEDA (2000), apresentam adaptabilidade ao ambiente tropical e adequação ao sistema de criação extensiva, porém com baixa produtividade, principalmente em razão do manejo nutricional deficiente.

De acordo com SIQUEIRA et al. (2007), programas de acasalamento envolvendo raças européias e zebuínas visam obter, em curto prazo, animais que conciliem adaptação ao ambiente tropical, potencial produtivo e alta qualidade de carcaça. Estes programas de acasalamento, normalmente buscam uma composição $5/8$ *Bos taurus* e $3/8$ *Bos indicus*, sendo observadas várias raças bimestiças, como: Canchim, Brangus, Simbrasil e Santa Gertrudes, na pecuária de

corde, e ainda Girolanda e Guzolanda, na pecuária de leite, sendo o Santa Gertrudes composto por, aproximadamente, 5/8 Shorthorn e 3/8 Brahman. Porém, a utilização desses mestiços exige estudos anteriores ao estabelecimento dos sistemas de cruzamento (LONG, 1980), já que alguns autores propõem que os requerimentos de mestiços seriam intermediários (FOX et al., 1992; LANNA et al., 1995 e 1997; LANA et al., 1992a), mas não simplesmente proporcionais à composição genética, o que torna necessária a determinação das exigências de cada raça advinda de cruzamento entre taurinos e zebuínos.

SILVA et al. (2002) ressaltaram que o processo de crescimento não consiste apenas no simples acréscimo de água, proteína, gordura e minerais no corpo animal e sim, no resultado líquido de síntese e degradação, variando de acordo com a composição dos ganhos (músculos, ossos e tecido adiposo). A variação na distribuição desses tecidos no corpo do animal conduz a diferenças nos requisitos nutricionais entre raças e cruzamentos (ROBELIN & GEAY, 1984).

A composição química do corpo vazio de um animal é resultado da genética e do ambiente (REID et al., 1955). FORTIN (1980), testando a influência da raça e do sexo na composição química de bovinos, observou a relação entre o sexo e a taxa de agregação de água, proteína e cinzas, dependendo da raça e do nível de consumo de energia. LANNA (1997) afirmou que diversos fatores alteram a eficiência de crescimento, entre eles: peso, idade nutrição, genética, entre outros.

Em relação à influência do peso, MCDONALD et al. (1995) afirmaram que o verdadeiro determinante da composição dos ganhos não é o peso corporal absoluto, mas o peso relativo ao peso à maturidade do grupo genético, do qual o animal procede. Tal composição dos ganhos apresenta relação com a composição química dos tecidos depositados, e de acordo com BERNDT et al. (2002), consiste em outro fator determinante da eficiência de crescimento, sendo que, quanto maior a proporção de tecido adiposo no ganho, maior a eficiência energética de deposição e pior a conversão alimentar, pois a gordura é mais densa energeticamente. A velocidade e proporção com que os tecidos se depositam no

corpo afetam a eficiência alimentar, composição corporal e, conseqüentemente, as exigências nutricionais (SHANIN et al., 1993).

Existe, portanto, a necessidade de determinação da composição corporal para posterior determinação das exigências de energia e proteína, entre outros. De todos os métodos existentes, a análise química do corpo inteiro do animal ou da carcaça mostra-se como o mais preciso (JESSÉ, 1976), porém, de acordo com ALLEONI et al. (1997), a utilização deste método torna-se inviável devido ao tempo gasto para sua aplicação e aos altos custos, devido a depreciação da carcaça. Em razão disso outros métodos surgiram, como o método da gravidade específica da carcaça ou da secção da 9^a a 11^a costelas. Estudos de SALVADOR (1980), encontraram bons coeficientes de correlação entre estes métodos e o método de análise dos tecidos corporais.

Para utilizar a composição do corte de costelas para estimar a composição corporal é necessário inicialmente estabelecer equações de correlação entre essas composições. Vários pesquisadores estudaram essas correlações (LUSH, 1926; HOPPER, 1944). O trabalho clássico de definição de metodologia da utilização das 9-10-11^a costela, foi realizado por HANKINS & HOWE (1946).

As duas principais exigências a serem determinadas são energia e proteína, e de acordo com alguns autores (LOFGREEN & GARRET, 1968; AFRC, 1993 e NRC, 1996), a exigência de energia divide-se em energia líquida de manutenção (ELm) e energia líquida para ganho (ELg). VAN SOEST (1994), ainda, definem a energia líquida para produção de leite (ELlac) e para gestação (ELgest).

A energia de manutenção consiste na energia necessária para os processos ou funções ligados 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 resultaria em ganhos ou perdas de peso corporal (NRC, 1996). LOFGREEN & GARRET (1968) definiram a exigência líquida de ganho (ELg) como sendo a energia depositada no ganho, que segundo NRC (1996), consiste na quantidade de energia depositada na forma de proteína e

gordura, sendo que esses tecidos possuem, respectivamente, o valor calórico de 5,6 Kcal/kg e 9,4 Kcal/kg.

Para a determinação da exigência de manutenção pode-se utilizar vários métodos, entre eles, experimentos de longa duração, onde se determina o nível de alimentação necessário para manutenção de peso constante; métodos calorimétricos; e método de abate comparativo (LOFGREEN & GARRETT, 1968; NRC, 2000). Dentre esses, o método de abate comparativo está entre os mais usados para determinação de exigências em gado de corte, constituindo-se a base do sistema Californiano de Energia Líquida, utilizado no atual sistema de alimentação americano de gado de corte (NRC, 2000).

De acordo com NRC (1984), as exigências de energia para ganho de peso são estimadas pela quantidade depositada como lipídeo ou como matéria orgânica não gordurosa (praticamente apenas proteína). Experimentos realizados no Brasil têm procurado determinar as exigências nutricionais para ganho, por intermédio de regressões do logaritmo do conteúdo corporal de energia em função do logaritmo do peso do corpo vazio (BERNDT et al., 2002).

Segundo LOFGREEN & GARRETT (1968), as exigências de energia líquida de manutenção são estimados em $77 \text{ Kcal/ kg PV}^{0,75}$, sendo PV o peso do animal vivo, valor adotado pelo NRC (1996). Porém esse valor refere-se a animais taurinos estabulados, na ausência de estresse e com atividade física mínima. Os valores observados para animais zebuínos são menores, segundo o NRC (1996), sendo que as raças zebuínas requerem 10% menos energia diária, para manutenção, que as taurinas. Para o Cornell Net Carbohydrate Protein System – CNCPS (FOX et al., 1992), os animais zebuínos apresentam exigências de 89% em relação ao valor básico de $77 \text{ Kcal/ kg PV}^{0,75}$, usado pelo NRC (1996).

De acordo com SILVA et al. (2002), as diferenças nas exigências de energia líquida para manutenção entre grupos genéticos podem ser, em parte, explicadas por diferenças no tamanho de seus órgãos internos, que são maiores nos taurinos do que nos zebuínos.

Em relação a exigência de energia líquida de ganho, o NRC (1984) sugere valores entre 1,2 a 8,0 Mcal/kg de ganho, de acordo com peso e condições dos animais. FONTES (1995), em experimento com bovinos Limousin x Nelore, Marchigiana x Nelore, Angus x Nelore e Holandês x Nelore, observou valores de exigência de energia para ganho, de 4,3 Mcal/kg de ganho de peso do corpo vazio (GPCVz) para animais com 450 kg de peso de corpo vazio (PCVz).

A determinação das exigências de proteína, para manutenção ou crescimento, é imprescindível, tanto quanto as de energia (PAULINO et al., 2004). Segundo esses autores, a demanda de proteína para manutenção de um bovino é igual às perdas metabólicas fecais e urinárias, além das perdas por descamação. A quantificação dessas perdas consiste num processo relativamente difícil, principalmente em relação às perdas metabólicas fecais, uma vez que é necessário separar as perdas microbianas nas fezes das verdadeiras perdas metabólicas fecais.

WILKERSON et al. (1993) estimaram as exigências de proteína metabolizável para manutenção em $3,8 \text{ g/ kg PV}^{0,75}/\text{dia}$, sendo este o valor adotado pelo NRC (1996). Em relação aos requerimentos de proteína para bovinos em crescimento e terminação, GEAY (1984) afirmou que é função do conteúdo de matéria seca livre de gordura no peso ganho e variam com a raça, a classe sexual e a taxa de ganho de peso. FONTES (1995), compilando vários experimentos, verificou exigências líquidas de proteína para ganho de 1 kg de PCVz de animais Nelore e mestiços, de 0,189 e 0,174 kg, para animais não-castrados, com PCVz de 200 e 400 kg, respectivamente.

BERNDT et al. (2002), estudando as exigências líquidas de proteína, em animais da raça Santa Gertrudes, observaram exigências de 164,5 e 139,1 g de proteína, para animais não-castrados, com PCVz de 300 e 500 kg, respectivamente.

O objetivo deste trabalho foi determinar as exigências de energia e proteína de animais Santa Gertrudes não-castrados, com diferentes arraçoamentos, a fim

de fornecer informações a serem utilizadas como parâmetro em programas de estimativa de exigências nutricionais e simulação de desempenho animal.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento/Apta, em São José do Rio Preto, SP. Para tanto, foram selecionados do rebanho da instituição 33 animais machos Santa Gertrudes, não castrados, com idade de 10 meses e peso médio inicial de 242 kg, sendo seis animais abatidos após o período de adaptação, e utilizados como animais-referência para a estimativa de composição corporal inicial. Os animais foram mantidos em baias coletivas da desmama até o início do experimento, quando foram distribuídos em blocos, de acordo com o peso e alocados em baias individuais parcialmente concretadas e com cocho coberto, com livre acesso a água. Os animais permaneceram confinados durante 171 dias, dos quais os primeiros 56 dias foram para adaptação.

Os tratamentos consistiram na inclusão de SPL: controle (sem a adição do SPL); 4,5 e 9,0% da matéria seca da dieta, ambos em substituição à uréia, ao sulfato de amônio e parte do farelo de soja (Tabela 1). O tratamento com 4,5 % de SPL foi definido segundo o teor máximo estimado em simulações pelo modelo Cornell Net Carbohydrate and Protein System – CNCPS (SNIFFEN et al., 1992). O tratamento com 9,0% de SPL foi exatamente o dobro do máximo sugerido pelo modelo. O volumoso utilizado foi silagem de milho com 40% de grãos na matéria seca, determinada no momento da ensilagem.

Os alimentos foram fornecidos na forma de ração completa, em duas refeições diárias. A quantidade de volumoso foi corrigida diariamente e a de concentrado, semanalmente, permitindo-se sobras de, aproximadamente, 10%. Os cochinhos foram limpos duas vezes por semana, desprezando-se as sobras.

Semanalmente foram determinados os teores de MS das sobras e dos alimentos fornecidos, para o ajuste da relação volumoso:concentrado.

Tabela 1. Composição das dietas experimentais (porcentagem da matéria seca), valores de energia metabolizável (EM) em Mcal/ kg e porcentagem de nutrientes digestíveis totais (NDT), oferecidas para tourinhos Santa Gertrudes confinados

Ingrediente	Porcentagem de SPL		
	0,0	4,5	9,0
Silagem de milho	20,00	20,00	20,00
Milho em grão triturado	26,30	25,40	27,10
Polpa cítrica peletizada	40,00	40,00	40,00
Farelo de soja	12,00	9,00	2,80
SPL ¹	-	4,50	9,00
Uréia	0,30	-	-
Sulfato de amônio	0,20	-	-
Cloreto de potássio	0,25	0,25	0,25
Fosfato bicálcico	0,20	0,30	0,40
Sal mineral ²	0,73	0,53	0,43
Monensina sódica	0,025	0,025	0,025
EM	2,78	2,81	2,83
NDT	72,57	73,22	73,72
PB ³	12,63	13,88	14,96

¹ SPL – subproduto concentrado da produção de lisina.

² Níveis de garantia por kg: Ca 271 g, P 29 g, Mg 20 g, S 31 g, Na 62 g, Zn 1.350 mg, Cu 340 mg, Fe 1.064 mg, Mn 940 mg, Co 10 mg, I 25 mg e Se 10 mg.

³ Valores calculados a partir do NRC (2001)

Ao final do experimento, os animais foram pesados, após jejum completo de 18 horas, e abatidos em frigorífico comercial. As carcaças foram pesadas para determinação do seu rendimento, e em seguida foram resfriadas. Após 24 horas de resfriamento, foram retirados os cortes das 9-10-11^a costelas da meia-carcaça esquerda, segundo HANKINS & HOWE (1946). A matéria seca desse corte foi determinada por liofilização durante 80 horas, após moagem com motor de 15 HP.

O peso inicial da carcaça, do início do período experimental, foi estimado considerando-se o rendimento de carcaça dos animais-referência, de 54,41%. Com os pesos iniciais e finais das carcaças foi estimado o peso do corpo vazio

dos animais, inicial e final, utilizando-se a equação abaixo, desenvolvida por HENRIQUE et al. (2003):

$$\text{Peso do corpo vazio} = 1,6093 \text{ peso da carcaça quente} + 0,6784 \text{ (R}^2 = 0,99)$$

Para estimativa da composição química corporal inicial, foram utilizados os valores observados nos animais-referência: 64,12% de água; 11,35% de extrato etéreo; 19,85% de proteína; 4,68% de minerais; e 2,24 Mcal/kg de energia.

Já a composição química corpo vazio (CVz) foi estimada utilizando-se as equações abaixo, desenvolvidas por HENRIQUE et al. (2003) para tourinhos Santa Gertrudes, que correlacionam a composição da seção da 9-10-11^a costelas com a composição corporal:

$$\% \text{ água no CVz} = 1,1221 \times \% \text{ de água na 9-10-11}^{\text{a}} \text{ costelas} - 6,4839 \text{ (R}^2 = 0,95);$$

$$\% \text{ EE no CVz} = -1,0192 \times \% \text{ água no corpo vazio} + 76,8675 \text{ (R}^2 = 0,94);$$

$$\% \text{ proteína bruta no CVz} = 82,52\% \text{ da matéria seca desengordurada};$$

$$\% \text{ minerais do CVz} = 17,48\% \text{ da matéria seca desengordurada}.$$

Para determinar a energia ingerida, os cálculos foram realizados utilizando-se os valores das análises bromatológicas dos ingredientes, a partir dos resultados estimou-se a energia das rações através das equações do NRC (1996).

As quantidades de energia no corpo vazio e ganho de peso do corpo vazio foram determinados a partir da composição corporal dos animais, utilizando-se os valores de energia observados por BOIN et al. (1994), conforme equação abaixo:

$$E \text{ (Mcal)} = 5,641 X + 9,343 Y,$$

Onde, E = energia; X = proteína (kg); Y = extrato etéreo (kg).

As exigências de energia líquida para manutenção (ELm) foram determinadas pela regressão do logaritmo da produção de calor (diferença entre ingestão de

energia metabolizável e energia retida), em função do consumo de energia metabolizável (EM), em Kcal por unidade de peso metabólico, extrapolando-se a equação para zero de EM (LOFGREEN & GARRET, 1968). Também foram ajustadas equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de energia, em função logaritmo do peso corporal vazio final de todos animais (submetidos aos tratamentos e animais-referência), possibilitando estimar as exigências de energia para ganho de peso em determinadas faixas de peso vivo, sendo feita a estimativa de exigências de proteína de forma análoga.

Resultados e Discussão

A equação obtida para estimativa da exigência líquida para manutenção (ELm) foi:

$$PC = 0,0016 \times IEM + 1,8787$$

A partir do cálculo do antilog do intercepto desta equação, obteve-se o valor de 75,6 Kcal/ $PVz^{0,75}$ /dia, como exigência de energia líquida de manutenção dos animais, ou seja extrapolou-se a equação para IEM igual a zero, obtendo-se daí o valor de log da PC, e utilizando-se a função matemática de antilog, obteve-se a ELm.

Apesar do não delineamento para determinação exata das exigências de energia para manutenção, verificou-se que o valor obtido não diferiu dos valores encontrados na literatura. BERNDT et al. (2002) observaram valor de 82,2 Kcal/ kg de $PVz^{0,75}$ / dia, trabalhando com animais Santa Gertrudes, com composição genética próximas a deste ensaio. BOIN (1995), trabalhando com zebuínos, encontrou valores de energia líquida para manutenção entre 69,8 e 79,8 Kcal/ kg de $PVz^{0,75}$ / dia. PAULINO et al. (2004), também com animais zebu, observaram valor de 74,51 Kcal/ kg de $PVz^{0,75}$ / dia de exigência líquida para manutenção. Ainda trabalhando com zebuínos, MORAES et al. (2009), observaram valor de 69,3 Kcal/

kg de $PVz^{0,75}$ / dia. Essas variações de exigências estão relacionadas a maturidade fisiológica dos animais, bem como às raças estudadas.

O NRC (1996) considerou os valores de exigência de energia líquida de manutenção para animais taurinos estabulados, entre esses animais os da raça Shorthorn, como sendo de 77 Kcal/ kg de $PVz^{0,75}$ / dia, e para animais zebuínos, entre esses animais os da raça Brahman, como sendo 10% menores, ou seja 69,3 Kcal/ kg de $PVz^{0,75}$ / dia. Novamente os resultados encontrados no presente trabalho apresentam coerência com a composição genética dos animais estudados.

As exigência líquidas de energia para ganho de peso (ELg) foram determinadas a partir da equação de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de energia, em função do logaritmo do peso do corpo vazio (PCVz), apresentada a seguir:

$$\text{Log Energia} = 0,9608 \times \log \text{PCVz} \wedge 1,2135$$

De maneira análoga, as exigências líquidas de proteína para ganho de peso determinadas a partir da equação de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de proteína, em função do logaritmo do peso do corpo vazio (PCVz), é apresentada a seguir:

$$\text{Log Proteína} = 0,5025 \times \log \text{PCVz} \wedge 1,3923$$

As estimativas de exigências líquidas de energia de manutenção e para ganho de 1 kg de PVz são apresentadas na Tabela 2, as exigências líquidas de energia e proteína para ganho de 1 kg PVz são apresentadas na forma gráfica na Figura 1.

BERNDT et al. (2002) estimou valores de energia líquida para ganho de 1 kg de peso de corpo vazio em 3,64; 4,09; 4,54; 4,98 Mcal/ kg ganho de PCVz, respectivamente para os pesos de 300, 350, 400 e 450 kg. Estes valores são semelhantes aos observados no presente ensaio principalmente para o peso vazio de 300 kg, sendo que à medida que aumentou-se esse peso, a distância entre essas exigências aumentou, isto está relacionado, provavelmente, ao conteúdo de

gordura no ganho de peso, o que, de acordo com GEAY (1984) pode ser afetado por vários fatores, entre eles a taxa de ganho, que no ensaio do referido autor foi superior ao presente trabalho.

Tabela 2. Estimativas de exigências líquidas de energia para ganho (ELg) para ganhos de 1 kg de peso vazio (GPVz) e estimativas de exigências líquida para manutenção (ELm) em diferentes faixas de peso do corpo vazio (PCVz)

PCVz (kg)	ELg (Mcal)	ELm (Mcal)
300	3,65	5,45
350	3,92	6,12
400	4,17	6,76
450	4,40	7,39
500	4,63	7,99

Verificou-se que os valores de exigência líquida de energia para ganho são crescentes, isto se deve à desaceleração do crescimento muscular e ao desenvolvimento do tecido adiposo (GRANT & HELFERICH, 1991), podendo ser verificado, também, pela diminuição das exigências de proteína líquida para ganho.

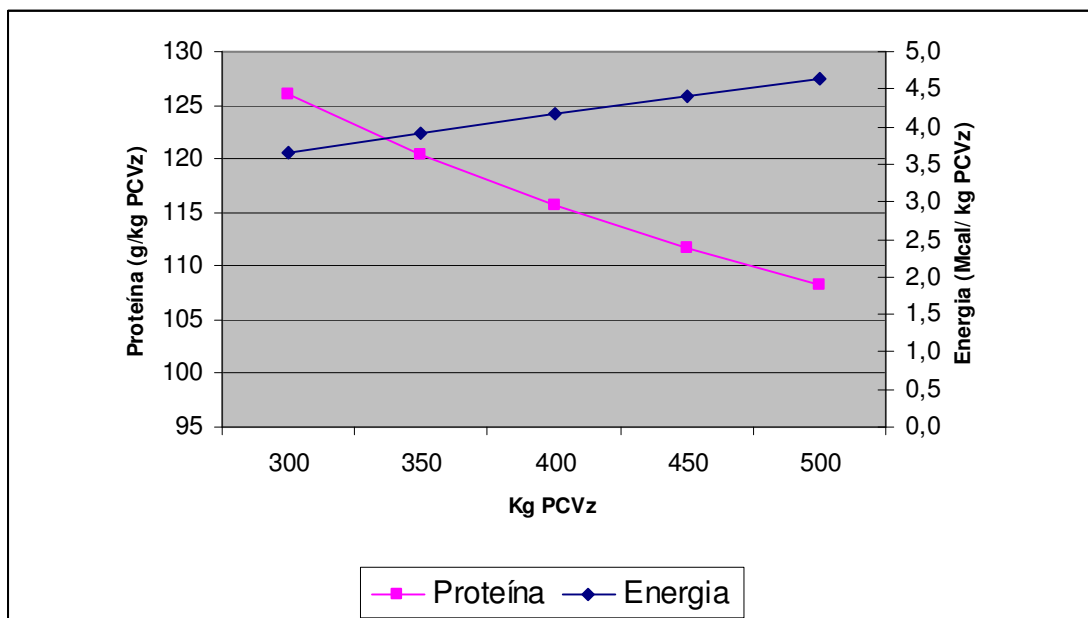


Figura 2. Estimativa de exigências de energia (Mcal/kg peso de corpo vazio (PCVz)) e proteína (g/ kg PCVz) para ganho de 1 kg de PCVz.

Na Tabela 3, são apresentadas as exigências de proteína metabolizável (PM), calculadas conforme metodologia proposta pelo NRC (1996), onde a eficiência de utilização da PM para ganho é de 49,2% para animais acima de 300 kg de peso de corpo vazio (PCVz) e para animais abaixo desse peso utiliza-se a equação, eficiência = $(83,4 - (0,114 \times \text{PCVz}))$ (AINSLIE et al., 1993), sendo a proteína metabolizável para manutenção calculada a partir do peso vivo metabólico.

A relação obtida para a estimativa do peso de corpo vazio (PCVz) a partir do peso vivo (PV) dos animais foi a seguinte: $\text{PCVz} = 0,8873 \times \text{PV}$, valor observado nos animais-referência, esse foi próximo ao valor recomendado pelo NRC (1996) de 0,891 ou ainda aos observado por VELOSO et al. (2002) que, trabalhando com F1 Limousin x Nelore, encontraram valores de 0,8975.

Verificou-se que as exigências de proteína para manutenção são crescentes, pois possuem relação direta com o peso metabólico do animal. Em relação a fração para ganho, observou-se, que ao contrário das exigência de proteína líquida, as exigências de proteína metabolizável possuem um pequeno acréscimo para o intervalo entre 300 e 350 kg de peso vivo. Isso ocorre, pois no cálculo de exigência de proteína metabolizável é considerada a eficiência de utilização, que de acordo com AINSLIE et al. (1993) é maior para animais mais jovens. Ao comparar os valores para animais com mais de 350 kg de peso vivo, onde se considera eficiências semelhantes, as exigências são decrescentes, devido a menor deposição de tecido muscular, em detrimento do aumento de deposição de tecido gorduroso, como descrito acima.

Os valores de exigências de proteína metabolizável para ganho foram próximos aos observados por PAULINO et al. (2004), trabalhando com animais zebuínos, que verificaram exigências de 227,2; 229,1 e 217,14 g/ kg de peso vivo, para animais com 300, 350 e 400 kg, respectivamente.

Tabela 3. Estimativa das exigências de proteína metabolizável para manutenção (PMm), para ganho (PMg) e total (PM), para ganho de 1 kg de PV, em função do peso vivo (PV)

PV (kg)	PMm ¹ (g)	PMg ² (g/ kg PV)	PM (g)
300	273,92	218,55	492,47
350	307,49	225,02	532,51
400	339,88	216,19	556,07
450	371,28	208,68	579,96
500	401,80	202,19	603,99

$$PCVz = PV \times 0,8873$$

$$^1 3,8 \text{ g/ kg PV}^{0,75} \text{ (NRC, 1996)}$$

$$^2 \text{ Exigência líquida/ (83,4 - (0,114 \times PV)) para PV = 300 kg (NRC, 1996).}$$

$$\text{Exigência líquida/ 0,492 para PV > 300 kg. (NRC, 1996)}$$

SILVA et al. (2002), por sua vez, observaram valores muito maiores, trabalhando com animais Nelore: 336,9; 356,7 e 353,0 g/ kg de peso vivo, para animais com 300, 350 e 400 kg, respectivamente. A diferença nos resultados está relacionada a composição do ganho, em tecido muscular e gordura.

Conclusões

Animais de maior peso de corpo vazio apresentam maiores exigências líquidas de energia e menores exigências líquidas de proteína, devido ao aumento do teor de gordura na composição do ganho.

Ressalta-se a necessidade de novos ensaios, a fim de ampliar a quantidade de informações, principalmente referentes a raça Santa Gertrudes, para que sirvam de subsídio para elaboração de tabelas de exigências nutricionais de ruminantes específicas para o Brasil.

REFERÊNCIAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Energy and protein requirement of ruminants**. Wallingford: commonwealth Agricultural Bureaux International, 1993. 159p.

AINSLIE, S.J. et al. Predicting amino acid adequacy of diets fed to Holstein steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.71, n.5, p.1312-1319, 1993.

ALLEONI, G.F. et al. Métodos indiretos para estimar a composição química da carcaça de novilhos nelore. 1. Gravidade específica. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p. 317-319.

BACKES, A.A. et al. Composição corporal e exigências líquidas de energia e proteína para ganho de peso de novilhos Santa Gertrudis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.3, p.2307-2313, 2002.

BERNDT, A. et al. Exigências líquidas de proteína e energia para crescimento de tourinhos Santa Gertrudis em dietas de alto teor de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.5, p.2098-2104, 2002.

BOIN, C. et al. Tourinhos Nelore em crescimento e acabamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. p.485.

BOIN, C. Alguns dados sobre exigências de energia e de proteína de zebuínos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p. 457-466.

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: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p. 419-455.

FORTIN, A. Effect of level of energy intake and influence of breed and Sex on the chemical composition of cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.51, n.3, p.604-614, 1980.

FOX, D.G.; SNIFFEN, C.J; O'CONNOR, J.D. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.70, n.11, p.3578-3596, 1992.

GEAY, Y. Energy and protein utilization in growing cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.58, n.3, p.766-778, 1984.

GRANT, A.L.; HELFERICH, W.G. An overview of growth. In: PEARSON, A.M. DUTSON, T.R. (Eds.). **Growth regulation in farm animals**. London: Elsevier Applied Science, 1991, p.1-15.

HANKINS, O.G.; HOWE, P.E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts**. Washington: USDA, 1946. (Technical Bulletin, 926).

HENRIQUE, W. et al. Estimativa da composição química corporal de tourinhos Santa Gertrudes a partir da composição química e física das 9-10-11^a costelas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.3, p.709-718, 2003.

HOPPER, T.H. Methods of estimating the physical and chemical composition of cattle. **Journal of Agriculture Research**, Washington, v.68, n.6, p.239-268, 1944.

JESSE, G.W. Effect of rations energy and slaughter weight on composition of empty body and carcasses gain of beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.43, n.2, p.418-425, 1976.

LANA, R.P. et al. Composição corporal e do ganho de peso e exigências de energia, proteína e macrominerais (Ca, P, Na e K) de novilhos de cinco grupos raciais. 1. Conteúdo corporal e do ganho de peso em gordura, proteína e energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.21, n.3, p.518-527, 1992a.

LANA, R.P. et al. Composição corporal e do ganho de peso e exigências de energia, proteína e macrominerais (Ca, P, Na e K) de novilhos de cinco grupos raciais. 2. Exigências de energia e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.21, n.3, p.528-537, 1992b.

LANNA, D.P.D. et al. Estimativa da composição química corporal de tourinhos Nelore através da gravidade específica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.24, n.3, p.351-362, 1995.

LANNA, D.P.D. Fatores condicionantes e predisponentes da puberdade e da idade de abate. In: SIMPÓSIO SOBRE PECUÁRIA DE CORTE, 4., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, 1997. p. 41-78.

LOFGREEN, G.P.; GARRET, W.N. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.27, n.3, p.793-806, 1968.

LONG, C.R. Crossbreeding for beef production: experimental results. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.51, n.5, p.1197-1223, 1980.

LUSH, J.L. Practical methods for estimating the proportion of fat and bone in cattle slaughtered in commercial packing plants. **Journal of Agriculture Research**, Washington, v.32, n.8, p.727-755, 1926.

McDONALD, P. et al. **Animal nutrition**. 5th. ed. Singapore: Longman, 1995. 607p.

MORAES, E.H.B.K. et al. Exigências de energia de bovinos de corte em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.5, p.933-940, 2009.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirement of beef cattle**. 6th.ed. Washington, DC, 1984. 90p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirement of beef cattle**. 7th.ed. Washington, DC, 1996. 243p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirement of beef cattle**. 8th.ed. Washington, DC, 2000. 234p.

PAULINO, P.V.R. et al. Exigências nutricionais de zebuínos: Proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.3, p.759-769, 2004.

PINEDA, N.R. Influência do Nelore na produção de carne no Brasil. In: SIMPÓSIO NELORE 2000, 1., 2000, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Associação dos Criadores de Nelore do Brasil, 2000. p. 3-13.

ROBELIN, J.; GEAY, Y. Body composition of cattle as affected by physiological status, breed, sex and diet. In: GILCHRIST, F.M.C.; MACKIE, R.I. (Eds.) **Herbivore nutrition in the subtropical and tropics**, Caighall(2A): Science Press, 1984. p.525-547.

REID, J.T.; WELLINGTON, G.H.; DUNN, H.O. Some relationships among the major chemical components of the bovine body and their application to nutritional investigations. **Journal of Dairy Science**, Albany, v.38, n.12, p.1344-1359, 1955.

SALVADOR, M. **Exigências de energia e proteína para engorda de novilhos azebuados**. 1980. 70f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1980.

SHANIN, 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**, Amsterdam, v.35, n.3/4, p.251-264, 1993.

SILVA, F.F. et al. Composição corporal e requisitos energéticos e protéicos de bovinos Nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.1, p.503-513, 2002 (suplemento).

SIQUEIRA, J.G. et al. Exigência de energia de manutenção e composição corporal e do ganho de vacas de corte adultas de três grupos genéticos confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.6, p.2159-2167, 2007 (suplemento).

SNIFFEN, C.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

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

VELOSO, C.M. et al. Composição corporal e exigências energéticas e protéicas de bovinos F1 Limousin x Nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.3, p.1273-1285, 2002.

VÉRAS, A.S.C. et al. Composição corporal e requisitos energéticos e protéicos de bovinos Nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de volumoso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.8, p.2379-2389, 2000.

WILKERSON, V.A. et al. Metabolizable protein and amino acid requirements of growing beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.71, n.6, p.2777-2784, 1993.

CAPÍTULO 4 – IMPLICAÇÕES

Os resultados desta pesquisa devem contribuir para a diminuição dos problemas ambientais de duas maneiras: Primeiramente, possibilitando a diminuição da deposição na natureza de um dos resíduos da indústria da alimentação animal, através da viabilização da utilização do subproduto da produção de lisina (SPL). Em segundo plano, ampliando os conhecimentos sobre as exigências nutricionais de bovinos, o que por sua vez possibilitará formulações mais precisas, com aumentos na eficiência de utilização dos alimentos disponibilizados aos animais.

Reduzindo-se o desperdício com a alimentação e ampliando as possibilidades do uso de ingredientes alternativos, tornar-se-á possível a produção a custos menores, o que deverá fortalecer a competitividade nacional no mercado externo, porém, valendo sempre lembrar da necessidade de trabalhar-se para a melhoria da qualidade dos produtos finais da cadeia produtiva da carne, a fim de alcançarmos os principais mercados importadores.

Para a determinação dos valores de inclusão do subproduto da produção de lisina na dieta animal, não basta verificar, apenas, os valores de desempenho animal, é necessário uma análise econômica mais detalhada, considerando-se o preço atualizado do SPL comparativamente aos insumos a serem substituídos. No presente ensaio, o SPL substituiu parte considerável do farelo de soja, utilizado no tratamento controle, que reconhecidamente consistiu-se num dos componentes com maior preço nas dietas utilizadas.

Quanto às exigências nutricionais, são necessários vários ensaios para constituição de uma base de dados confiável, a fim de os utilizarmos nas nossas condições ambientais, com os nossos animais e alimentos. Nesse aspecto, deve-

se ressaltar a variabilidade genética entre as raças criadas no Brasil, e também dentro dessas raças, notadamente na raça Nelore, que possui animais com menor potencial produtivo e conseqüentemente com menores exigências nutricionais, mas que por outro lado, também possui animais altamente produtivos e, portanto, mais exigentes.

Finalmente, deve-se atentar para as necessidades de adequação de meios para agregar os resultados existentes, através da formação de grupos de pesquisa, comitês e/ou institutos, dos quais participem pesquisadores capacitados para transformar o conhecimento científico em prático, passível de ser utilizado pelo produtor e dessa forma aumentar a contribuição da ciência para a pecuária nacional.