**COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS
LÍQUIDAS DE ENERGIA E PROTEÍNA DE
TOURINHOS SANTA GERTRUDIS ALIMENTADOS
COM DIETAS DE ALTO TEOR DE CONCENTRADO**

ALEXANDRE BERNDT

Dissertação apresentada à Escola Superior
de Agricultura “Luiz de Queiroz”,
Universidade de São Paulo, para obtenção
do título de Mestre em Agronomia, Área de
Concentração: Ciência Animal e Pastagens.

PIRACICABA
Estado de São Paulo – Brasil
Dezembro - 2000

BERNDT, A. Composição Corporal e Exigências Líquidas de Energia e Proteína de Tourinhos Santa Gertrudis Alimentados com Dietas de Alto Concentrado. Piracicaba, 2000. 73p. Dissertação Apresentada à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

ERRATA & CORRIGENDA n.1

<i>p.</i>	<i>item</i>	<i>onde se lê</i>	<i>leia-se</i>
25	linha 12	Foram confinados 28 tourinhos ...	Foram confinados 32 tourinhos ...
44	linha 11	... da porcentagem de extrato etéreo...	... da porcentagem de água...
46	tabela 1	$Y = 1,965432 + 0,001098 \cdot \text{IEM}$	$Y = 1,914927 + 0,001334 \cdot \text{IEM}$
50	linha 1	...dados de dois experimentos utilizando...	... dados de dois experimentos (Berndt et al, 1999; Leme et al, 1997), utilizando...

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Berndt, Alexandre

Composição corporal e exigências líquidas de energia e proteína de tourinhos Santa Gertrudis alimentados com dietas de alto teor de concentrado / Alexandre Berndt. - - Piracicaba, 2000.
73 p.

Dissertação (mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2000.
Bibliografia.

1. Bovino de corte 2. Composição corporal 3. Curva de crescimento animal 4. Dieta animal 5. Exigência nutricional 6. Gado Santa Gertrudes 7. Nutrição animal 8. Peso 9. Touro I. Título

CDD 636.2084

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

Dedico

À minha família que apesar de pequena em número é
gigante em amizade e amor.

Sem a ajuda de todos vocês eu jamais estaria aqui hoje.

Ofereço

À minha querida Adriana que há muito vem me
acompanhando neste longo caminho e muito ainda há
de acompanhar !

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Dante Pazzanese D. Lanna pela oportunidade e satisfação de trabalharmos juntos;

Ao Prof. Dr. Paulo Roberto Leme pela atenção e auxílio na parte experimental no campo;

Ao Dr. Guilherme Fernando Alleoni pelo auxílio e disponibilidade no processamento das amostras;

À Wignez Henrique pela gentil divisão de responsabilidades e abordagens;

À amiga Maria Luisa de Medeiros Bulle pelos divertidos momentos em dois anos de convivência e trabalho;

Ao colega João Antonio Beltrame Filho pela condução do confinamento;

A todos técnicos e funcionários, sem os quais não haveria operacionalidade, em especial ao “Muzambinho” e à Dona Olinda, verdadeiros trabalhadores e amigos;

Aos estagiários das mais diversas escolas e cursos que com pequenas ações contribuíram muito, em especial ao Juliano pela força de todas as horas dedicadas;

Aos colegas do Laboratório de Nutrição e Crescimento Animal: Andréa, Dimas, Eduardo, Elaine, Fernanda, Juliano, Max, Sérgio, Tuka, por compartilharem das dificuldades e sucessos desta empreitada;

Em especial ao Prof. Dr. Eduardo F. Delgado pela revisão deste trabalho;

À FAPESP pela concessão da bolsa e auxílio pesquisa.

SUMÁRIO

Página

RESUMO.....	i
SUMMARY	ii
INTRODUÇÃO.....	1
REVISÃO DE LITERATURA	4
A Raça Santa Gertrudis.....	4
Milho Ensilado com Alta Umidade.....	6
Bagaço de Cana-de-Açúcar.....	12
Composição Corporal e Exigências Nutricionais.....	15
CAPÍTULO 1 – MILHO ÚMIDO, BAGAÇO DE CANA E SILAGEM DE MILHO EM DIETAS DE ALTO CONCENTRADO, COMPOSIÇÃO CORPORAL E TAXAS DE DEPOSIÇÃO DOS TECIDOS	
Resumo.....	21
Introdução.....	23
Material e Métodos.....	25
Resultados e Discussão.....	30
Conclusões.....	36
CAPÍTULO 2 – EXIGÊNCIAS DE PROTEÍNA E ENERGIA LÍQUIDA PARA CRESCIMENTO DE TOURINHOS SANTA GERTRUDIS EM DIETAS DE ALTO CONCENTRADO	
Resumo.....	37
Introdução.....	39
Material e Métodos.....	43
Resultados e Discussão.....	45
Conclusões.....	52
CONCLUSÕES GERAIS.....	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55

COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS LÍQUIDAS DE ENERGIA E PROTEÍNA DE TOURINHOS SANTA GERTRUDIS ALIMENTADOS COM DIETAS DE ALTO TEOR DE CONCENTRADO

Autor: ALEXANDRE BERNDT

Orientador: Prof. Dr. DANTE PAZZANESE D. LANNA

RESUMO

Comparou-se o efeito do milho colhido seco (87% MS) ou ensilado úmido (70% MS), associado à silagem de planta de milho (20% MS da dieta) ou bagaço de cana (12% MS da dieta), sobre a composição corporal e taxas de deposição dos componentes químicos corporais em 32 tourinhos Santa Gertrudis com idade média de dez meses e peso inicial médio de 245 kg. Os animais foram mantidos em baias individuais parcialmente cobertas por 124 dias, após adaptação de 33 dias. Quatro animais foram abatidos ao final da adaptação para determinação da composição inicial. Os outros 28 animais foram distribuídos nos quatro tratamentos. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso em arranjo fatorial 2x2 (dois volumosos x dois processamentos do milho grão), e testados os seguintes tratamentos: silagem de milho + milho úmido (Si-MU); silagem de milho + milho seco (Si-MS); bagaço cru + milho úmido (Ba-MU) e bagaço cru + milho seco (Ba-MS). Não houve interação entre volumoso e processamento do milho para nenhuma variável avaliada. Na comparação de volumosos a silagem de planta de milho foi superior ao bagaço para ganho de peso vazio, taxa de deposição dos tecidos e de energia.

O milho úmido aumentou o teor de gordura, a taxa de deposição de lipídeos e o teor de energia no ganho de peso. Estes resultados são consistentes com os dados de desempenho que demonstram que a silagem de grão de milho úmido aumentou o teor de energia líquida. Os resultados também sugerem que o bagaço de cana propicia um ambiente ruminal pior para o desempenho do animal que aquele obtido com uso da silagem de planta inteira de milho. As exigências líquidas de energia para manutenção foram determinadas pela regressão do logaritmo do calor produzido em função do consumo de energia metabolizável. Para o nível zero de ingestão o valor obtido foi de $82,2 \text{ Kcal/kg PVz}^{0,75} \cdot \text{d}$, resultado este bastante próximo do esperado em função do fato de que estes tourinhos receberam suplementação durante a amamentação e por mais um mês até o início do experimento. Através da regressão do logaritmo do conteúdo corporal de energia em função do logaritmo do peso do corpo vazio estimou-se o conteúdo de energia e proteína para ganho de peso em qualquer faixa de peso vazio incluída neste trabalho: para ganho de peso de 1kg, em um animal de 300 kg, foram necessárias 3,64 Mcal/dia de energia e 129,5 g de proteína.

BODY COMPOSITION AND NET ENERGY AND PROTEIN REQUIREMENTS OF SANTA GERTRUDIS BULLS FED HIGH CONCENTRATE DIETS

Author: ALEXANDRE BERNDT

Adviser: Prof. PhD. DANTE PAZZANESE D. LANNA

SUMMARY

The effect of corn grain harvested at 87%DM or harvested at 70%DM ground and ensiled were evaluated. Diets contained different roughage sources, either corn silage (20% of the diet DM) or sugarcane bagasse (12% of the DM). Thirty two Santa Gertrudis bulls with initial average age of ten months and initial average weight of 245kg were fed an adaptation diet for 33 days after which four animal were slaughtered to obtain initial body composition. The other 28 animals were distributed to the four treatments for a 124 days experimental feeding period. The experimental design was randomized blocks in 2 X 2 factorial arrangement (two roughage sources X two corn grain sources) with seven repetitions, testing the following treatments: corn silage+high moisture corn (Si-MU); corn silage+dry corn grain (Si-MS); sugarcane bagasse+high moisture corn (Ba-MU) and sugarcane bagasse+dry corn grain (Ba-MS). There were no interactions between roughage source and grain sources for any variable evaluated. Corn silage was superior to sugarcane bagasse for daily empty body gain, and for rates of deposition of all chemical components and energy. High moisture corn increased fat and energy content in the weight gain as well as the rate of lipid deposition. Data demonstrated that sugarcane bagasse is a poor roughage source in high concentrate diets when compared to whole plant corn silage. Results are also consistent with an increase in net

energy content of ensiled corn grain. Net requirements of energy for maintenance were determined by the regression equation of the log of heat production as a function of metabolizable energy intake at zero feed intake obtaining a value of 82,2 Kcal/kg EBW^{0,75}.d. Regression equation of the log of body energy content as a function of log of empty body weight (EBW) provided estimation of body energy and protein content at any EBW range included in this research: for weight gain of 1kg, an animal of 300 kg require 3,64 Mcal/day of energy and 129,5g of protein.

INTRODUÇÃO

A importância da nutrição na eficiência biológica e econômica de bovinos de corte é evidente. A composição do crescimento define as exigências nutricionais do animal, sendo também fundamental na qualidade da carne. Atualmente, quando o produtor implanta um novo sistema de produção, o consumidor tem cada vez mais importância nas decisões. Isto ocorre porque o sistema de produção de bovinos de corte pode ser determinante da qualidade da carcaça produzida. Portanto estudos de nutrição devem ser acompanhados de estudos de avaliação da qualidade do crescimento obtido. Este projeto procurou avaliar os efeitos de tratamentos nutricionais (e.g. milho úmido, bagaço de cana), simultaneamente à determinações de produtividade e exigências (e.g. teor de extrato etéreo do corpo vazio) de uma raça de bovinos

A ESALQ, FZEA e o Instituto de Zootecnia têm colaborado, há mais de uma década, em um compreensivo e completo estudo da composição corporal de bovinos, com objetivo de estimar as exigências nutricionais e a eficiência de crescimento. Nos últimos quatro anos este trabalho vem sendo continuado em diversos projetos conduzidos na Estação Experimental de São José do Rio Preto. Alguns trabalhos nesta estação tinham, como objetivo, o estudo das exigências em animais alimentados com dietas de alto teor de concentrado especialmente da raça Santa Gertrudis. A manipulação de dietas é uma importante ferramenta no estudo e modelagem de curvas de crescimento e exigências nutricionais.

Simultaneamente ao estudo de composição corporal e taxas de deposição dos tecidos corporais foram avaliados diferentes tratamentos nutricionais em dietas de alto concentrado. Os objetivos dos tratamentos nutricionais deste projeto foram testar a utilização de bagaço de cana *in natura* como fonte de fibra íntegra, bem como uma tecnologia de

utilização do grão de milho ensilado, também chamado de grão de alta umidade.

O bagaço *in natura* é um dos mais importantes subprodutos disponíveis no país, sendo 12 milhões de toneladas disponíveis anualmente. O baixo valor nutricional dificulta a utilização deste bagaço diretamente para os animais como fonte de energia.

Já as tecnologias que procuram melhorar o valor nutricional do bagaço têm um custo que pode inviabilizar a operação. A utilização destes tratamentos para aumentar a digestibilidade do bagaço, dependendo da quantidade e qualidade do concentrado, pode não ser interessante, quando se considera o efeito associativo do bagaço tratado e do concentrado (Lanna et al., 1997b). Outra importante limitação tem sido o baixo preço dos concentrados (Beltrame Filho et al., 1998). Atualmente existem poucas recomendações práticas para o uso do bagaço *in natura* em dietas de alto teor de concentrado (Bulle, 2000).

A utilização de grãos de alta umidade (alto teor de umidade no momento da colheita e posteriormente ensilados) para a alimentação de bovinos passou a receber, principalmente nos Estados Unidos, grande ênfase pois resultados promissores de redução nos custos de produção foram observados. A utilização de grãos de alta umidade pode reduzir custos de alimentação e minimizar problemas e perdas na colheita. A redução nos custos de alimentação envolvem melhoras na digestibilidade do grão bem como redução nos custos de colheita mais frete, beneficiamento e armazenamento. Os problemas de colheita nas condições temperadas são decorrentes de variações climáticas, comuns em algumas regiões, onde o período adequado para o desenvolvimento das culturas é relativamente curto. O milho de alta umidade possibilita a antecipação da colheita e conseqüente redução das perdas e danos ao produto.

Em partes do Brasil o benefício é obtido porque o período de crescimento é relativamente longo, sendo que a tecnologia pode permitir mais de um ciclo de cultura.

O Brasil possui o maior rebanho comercial de bovinos do mundo, predominantemente formado por animais zebuínos. Recentemente tem se utilizado raças de *Bos taurus* em sistemas de cruzamento buscando aperfeiçoar o produto e contribuir para o desenvolvimento dos segmentos da cadeia produtiva de carne.

Diversos estudos vem sendo conduzidos por diferentes grupos de trabalho, inclusive o grupo da ESALQ, FZEA e IZ, com o objetivo de fornecer dados que permitam a elaboração de modelos matemáticos para estimativa das exigências dietéticas, potenciais de desempenho, características de carcaça e eficiência de crescimento de bovinos de corte.

Para estes estudos é necessária a determinação da composição corporal dos animais. A determinação direta, que envolveria análises de todos os tecidos, é extremamente trabalhosa e cara por destruir totalmente as porções comerciais, sendo inviável como rotina experimental. Métodos indiretos foram desenvolvidos graças ao esforço de vários pesquisadores, de forma a possibilitar a identificação de alterações na composição corporal em função de raça, sexo, dieta ou tratamentos hormonais, sem depreciar significativamente a carcaça. Dentre estes métodos o corte da 9-10-11^a costelas (Hankins e Howe, 1946) tem estimado com precisão a composição da carcaça de bovinos. Ajustes devem ser feitos, entretanto, para condições e características do rebanho nacional. Neste sentido foram desenvolvidas equações específicas (Alleoni, 1995, Lanna et al., 1995, Henrique et al., 1999b).

O objetivo deste projeto foi determinar as curvas de crescimento dos componentes químicos corporais (água, extrato etéreo, proteína e cinzas) em função do peso e do ganho de peso dos animais.

Esse tipo de aproximação ao estudo do crescimento possibilita a determinação da eficiência energética e protéica do crescimento, permite a determinação dos requerimentos líquidos de energia, de proteína e de alguns minerais e permite uma avaliação específica e conclusiva do valor nutricional dos alimentos e do efeito de tratamentos hormonais (Lanna, 1988).

REVISÃO DE LITERATURA

1. A Raça Santa Gertrudis

Aproximadamente em 1910 o “King Ranch” de Kingville, Texas, uma das maiores fazendas dos Estados Unidos, interessou-se pela possibilidade de utilizar a raça Brahman para melhorar a performance do rebanho da região. Uma vez que não existiam touros puros Brahman, o “King Ranch” manteve cinqüenta e dois touros cruzados três quartos ou sete oitavos Brahman. Estes touros foram divididos entre oito diferentes rebanhos num total de duas mil e quinhentas vacas Shorthorn. Dois touros chamados “Chitipin” e “Vinotero” foram especialmente selecionados e cruzados com cinqüenta vacas cada. Uma das vacas cruzadas com “Vinotero” era uma vaca leiteira com um dezesseis avos de sangue Brahman. O resultado deste cruzamento foi um touro chamado “Monkey”, que se tornou o progenitor dos Santa Gertrudis. Todos animais Santa Gertrudis de hoje são de alguma forma descendentes deste touro.

O nome da raça Santa Gertrudis tem origem no antigo nome da região onde inicialmente se instalou o “King Ranch” : *Rincon de Santa Gertrudis*. Em 1940, o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos reconheceu o Santa Gertrudis como uma raça pura.

Os animais modernos desta raça são aproximadamente cinco oitavos Shorthorn e três oitavos Brahman. No “King Ranch” conseguiu-se, após um quarto de século de trabalho, a formação de uma nova raça que reúne rusticidade do boi dos trópicos e a alta produtividade do gado europeu aperfeiçoado (Santiago, 1974).

A Estação Experimental de Zootecnia de São José do Rio Preto dedica-se a décadas à criação, seleção e manejo de gado Santa Gertrudis, desenvolvendo inúmeros trabalhos de pesquisa com a raça. Nesta estação são realizadas provas de ganho de peso participando do Programa de Melhoramento Genético da raça, realizado pela Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos FZEA – USP. O número de criadores da raça que enviam seus animais para provas de ganho de peso no IZ e em outras estações vem aumentando nos últimos anos. Este maior interesse ocorreu depois dos bons resultados obtidos pela raça nestas provas.

O projeto “Sistemas de Produção Intensiva de Bovinos de Corte”, desenvolvido no IZ de São José do Rio Preto obteve tourinhos abatidos com 462 kg em 15 meses, com ganho de peso de 1,300 kg e apresentando rendimentos de carcaça de 56%.

Os projetos de pesquisa aliados à intensa seleção realizada pelos criadores tem refletido numa nova caracterização da raça buscando um animal mais desenhado para condições da criação tropical, de pastagens de alto porte. Este novo Santa Gertrudis tem umbigo curto e porte mediano; melhor arqueamento das costelas e maturação mais precoce. A maior qualidade citada para esta raça é a rusticidade à campo para cobrir um grande número de fêmeas em qualquer estado do Brasil (Yassu, 2000).

O Brasil apresentou no ano de 2000, entre 20.000 e 25.000 animais Santa Gertrudis com registro definitivo e em fase de processamento. Em 1999 a raça ficou em 14º lugar na venda de sêmen entre as raças de corte com 32.000 doses negociadas.

Há uma grande demanda de sêmen de raças sintéticas como o Santa Gertrudis para quem faz cruzamento industrial. Muitos pecuaristas querem aproveitar as fêmeas F1 meio-sangue do primeiro cruzamento como matrizes mas ficam divididos entre voltar com sangue zebuino e perder a precocidade e usar sangue europeu e perder a rusticidade. Com o uso de raças sintéticas este problema é minimizado pela manutenção de proporcionalidade de sangue europeu/zebú. As perspectivas para a raça são otimistas uma vez que a produção de tourinhos ainda não é suficiente para a demanda dos pecuaristas. É importante fornecer aos produtores informações que permitam usar este animal eficientemente, inclusive conhecendo suas exigências. Também é importante conhecer suas características para apontar as vantagens e desvantagens comparativas desta raça em relação aos outros cruzamentos.

2. Milho Ensilado com Alta Umidade

Os grãos inteiros, com pericarpo intacto, são mais resistentes à digestão por ruminantes (McAllister et al., 1990; Beauchemin et al., 1994). Os grãos podem ser processados pela aplicação de combinações de calor, umidade, tempo e ações mecânicas para aumentar a digestibilidade do amido. Quando apenas a ação mecânica é aplicada no processamento, o grão sofre apenas alteração física e sua estrutura química permanece inalterada. Já quando combinações de outros

métodos são praticadas, o amido sofre alterações químicas, aumentando a susceptibilidade à hidrólise enzimática.

Nos ruminantes, o amido pode ser fermentado no rúmen ou no intestino grosso, ou digerido enzimaticamente no intestino delgado. A quantidade de energia extraída dos grãos de amido é dependente principalmente da taxa de digestão no rúmen (Theurer, 1992). A digestibilidade total do amido do milho é geralmente maior que 90% para os bovinos (Owens et al., 1986), mas em algumas situações isto envolve digestão de amido no intestino grosso o que resulta em menores benefícios para o animal. O principal local de digestão do amido em ruminantes é o rúmen. A digestão microbiana de amido no rúmen resulta na produção de ácidos graxos voláteis (AGV), que são a maior fonte de energia para os ruminantes. Acetato, propionato e butirato são os principais produtos finais da fermentação. Dietas com alto teor de amido degradável no rúmen resultam em maior produção de AGV's, principalmente de propionato, aumentando a proporção propionato:acetato (Orskov, 1986).

A digestibilidade do amido é afetada pela composição e forma física do amido, interações com proteínas, integridade molecular das unidades de amido e a forma física do alimento (Theurer, 1986).

Orskov (1986) sugeriu que a digestão do amido no intestino delgado pode ser limitada por falta de α -amilase e de isomaltase e também por uma capacidade limitada de absorção de glicose. O autor sugere que o tempo e a área de exposição possam limitar a digestão intestinal de amido. Huntington (1997) concluiu que a menor eficiência de utilização quando o amido é digerido no intestino delgado, está relacionada com a reduzida atividade da amilase de ruminantes comparada à de não-ruminantes. Owens et al. (1986), porém, sugerem que a limitação não é devida à capacidade enzimática, visto que não se atinge um limite da quantidade de amido que desaparece no intestino

delgado. Todavia um consenso existe hoje de que há uma limitação à digestão de amido no intestino delgado (Theurer, 1993).

O processamento de fontes de amido altera o local de digestão do amido no trato digestivo dos ruminantes. Os tratamentos que provocam alterações químicas no amido aumentam consideravelmente a utilização destes grãos comparados aos processos mecânicos, devido principalmente ao aumento da digestibilidade do amido no rúmen (Theurer, 1993). O maior efeito do processamento adequado de grãos é a mudança do local de digestão do amido do intestino para o rúmen, com aumento concomitante na porcentagem digerida em ambos os compartimentos. Quando a capacidade intestinal de digerir amido é limitante em grãos não processados, o processamento diminui essa limitação através da diminuição da quantidade de amido que chega ao intestino, bem como aumentando a digestibilidade pós-ruminal de amido (Theurer, 1986).

Huntington (1997), revisou os trabalhos realizados com digestibilidade ruminal de amido entre 1986 e 1995 e mostrou que métodos de processamento como floculação com vapor e grãos de alta umidade aumentam a digestibilidade ruminal do amido do milho e do sorgo. Mostrou também que a cevada, o trigo e a aveia não se beneficiam tanto com o processamento, pois as taxas de degradação destes últimos já são elevados nas formas não processadas.

A colheita precoce, para obtenção do grão de alta umidade, aumenta a digestibilidade do amido sem a aplicação de calor utilizado para a gelatinização, tendo a vantagem de ter menor custo de processamento em relação à moagem, podendo ser executada na própria propriedade. Os efeitos são atribuídos à redução da interferência das matrizes protéicas do endosperma na hidrólise do amido, uma vez que estas matrizes protéicas ainda não estariam

completamente formadas e solidificadas (Sullins et al., 1971; Hale, 1973). A colheita do grão de alta umidade, no caso do milho, é feita da mesma maneira que com o milho convencional, apenas deve-se atentar para a rapidez da operação, importante ao processo de ensilagem. De acordo com Owens et al. (1997), em silos que impedem completamente a entrada de oxigênio, os grãos com alto teor de umidade freqüentemente são armazenados inteiros e podem ser fornecidos inteiros ou quebrados na hora da alimentação. No caso da ensilagem do grão inteiro há necessidade de silos hermeticamente fechados, inclusive durante a retirada, uma vez que o ar se movimenta na massa. Para armazenagem em silos tipo trincheira, os grãos são colhidos com alta umidade e posteriormente triturados para permitir melhor compactação que expulsará o oxigênio durante a ensilagem e não permitirá a entrada de ar no armazenamento e durante a retirada do produto do silo para consumo.

A denominação “grãos de alta umidade” deve-se ao teor de umidade do grão no momento da colheita. Grãos úmidos variam extremamente no conteúdo de água e podem ser processados de diferentes maneiras antes de serem armazenados ou consumidos (Owens et al., 1997). Simas (1996) menciona que a colheita do grão com cerca de 25 – 32% de umidade, seguida de armazenagem na ausência de oxigênio, aumenta o valor nutricional dos grãos pela imaturidade e alta umidade que aumentam a susceptibilidade do amido ao ataque enzimático. Entretanto, Kramer & Voorsluys (1991) observaram que 30 a 35% de umidade no momento da colheita do milho permitem uma rápida e favorável fermentação do produto. Sob a perspectiva de desempenho animal, Ladely et al. (1995) demonstraram melhor desempenho quando o grão continha pelo menos 27% de umidade.

O milho colhido com alta umidade também pode passar por fermentação mais longa durante o processo de ensilagem, resultando

em uma maior solubilização de nutrientes e maior digestibilidade (Goodrich et al., 1975).

A técnica do grão de milho úmido, além de aumentar a digestibilidade do amido, apresenta entre suas vantagens:

- Minimização das perdas na colheita;
- Liberação mais cedo de áreas com possibilidades de novos plantios;
- Eliminação da etapa de secagem do milho, reduzindo custos e tempo neste processo;
- Melhora no desempenho animal, por ser melhor utilizado do que o milho seco.

e desvantagens:

- Menor flexibilidade, pois o milho de alta umidade é difícil de comercializar;
- Perdas durante o armazenamento e a retirada na superfície aberta dos silos, principalmente no calor;
- Perda da qualidade após remoção do local de armazenagem;
- Necessidade de misturar as rações diariamente;
- Necessita melhor nível de gerenciamento.

Os estudos comparando a eficiência de diferentes formas de processamento e armazenamento do milho úmido apresentam resultados variáveis. Resultados apresentados por Stock et al. (1991) indicaram que o consumo diário de madeira seca não foi afetado ($P > .20$) quando o grão de milho de alta umidade foi oferecido quebrado ou inteiro. Entretanto, o ganho diário ($P < .10$) e a conversão alimentar ($P < .10$) melhoraram 7 e 8%, respectivamente, quando o grão de milho de alta umidade foi oferecido quebrado em comparação ao inteiro.

A maior degradabilidade ruminal do amido do grão de alta umidade deveria aumentar a eficiência de ganho desde que a quantidade de amido fornecida e a taxa de degradação não sejam capazes de causar acidose clínica ou subclínica (Ladely et al., 1995). Qualquer processamento capaz de reduzir as partículas de amido e/ou que promova a sua gelatinização aumentará a digestibilidade ruminal deste, aumentando os riscos de acidose (Stock et al., 1987).

Assumindo que os custos de processamento do rolão de milho e do grão de milho moído sejam os mesmos, o milho de alta umidade moído, comparado ao milho seco, quando oferecido com silagem de alfafa, torna-se benéfico devido à maior quantidade de energia disponível na dieta (Wilkerson & Glenn, 1997). Stock et al. (1990) observaram diminuição de consumo e ganhos equivalentes na utilização do milho úmido em relação ao milho seco, com conseqüente melhora na eficiência alimentar.

Tonroy et al. (1974) observaram, em dietas de alto concentrado, aumento na eficiência alimentar de 9 a 25% nos animais alimentados com milho úmido em relação aos animais alimentados com milho seco. Este aumento na eficiência ocorreu devido a redução do consumo de matéria seca sem efeito sobre a taxa de ganho de peso. Os autores, em concordância com outros dados, sugerem que um dos benefícios do fornecimento de milho úmido é o aumento da digestibilidade.

Ladely et al. (1995) afirmam que a melhor eficiência alimentar do milho de alta umidade caracteriza-se pela redução do consumo de matéria seca sem afetar os ganhos. Isto seria explicado pelo fato de que nas dietas de alta energia a taxa de ganho de peso já foi maximizada. Portanto, um aumento na digestibilidade levaria a uma redução no consumo de matéria seca para manter o mesmo consumo de energia.

Entretanto, Stock et al. (1987) anotaram, no final do período experimental, que o tratamento cuja dieta final era composta por 80% de grãos de milho, 10% de silagem de milho e 10% de suplemento na matéria seca, contendo uma mistura 50:50% de milho de alta umidade e milho seco inteiro proporcionou ganhos mais rápidos ($P<0.10$) e mais eficientes ($P<0.05$) em novilhos, quando comparada às dietas com proporções iguais a 75:25 e 25:75 de milho de alta umidade e de milho seco, respectivamente. Entretanto, a dieta que tinha o milho exclusivamente com alta umidade, manteve a taxa de ganho da dieta 50:50% (milho de alta umidade:milho seco) no fim do período experimental, mas com menor consumo de matéria seca, resultando em uma melhor eficiência alimentar. Estes resultados sugerem que existem fatores como acidose, pH, palatabilidade e forma física da dieta que poderiam ter algum efeito sobre o consumo de alimentos e possivelmente de energia. Não obstante a maioria dos trabalhos está consistente com o que se esperaria do efeito específico de melhora da digestibilidade do amido.

3. Bagaço de Cana-de-Açúcar

Resultante de moagem da cana de açúcar, processo que tem por finalidade a extração máxima do caldo de cana, ou seja, do conteúdo celular rico em açúcares, o bagaço de cana constitui-se num alimento rico em constituintes de parede celular, de baixo conteúdo celular, baixa digestibilidade, baixa densidade, pobre em proteínas e minerais (Castro, 1989). A digestibilidade da energia do bagaço é da ordem de 30% e o teor de proteína bruta de cerca de 2%. A maior parte desta proteína está indisponível ao animal por estar ligada às frações fibrosas do alimento.

Durante muitos anos, o bagaço de cana se constituiu num problema sério para a indústria sucroalcooleira devido ao grande excedente acumulado no pátio das indústrias, visto que cada tonelada de cana moída produz cerca de 250-300 Kg de bagaço e que 5-20% deste material não é utilizado no processo de geração de energia dentro da usina. Soluções para esse problema vem sendo estudadas em diversos campos da pesquisa. Existem processos em diferentes estágios de desenvolvimento, para utilização do bagaço de cana como fonte de energia em substituição ao óleo combustível, como matéria prima na produção de chapas aglomeradas e de furfural, como substrato para fermentação alcóolica, após delignificação e despolimerização da celulose e de muitos outros usos (Zegarra,1978). Contudo, as opções já técnica e economicamente aprovadas para utilização comercial são poucas e restritas a áreas próximas às usinas e destilarias. Entre outros fatores, a baixa densidade do bagaço de cana, aliado a um reduzido valor comercial limitam seu transporte a médias e longas distâncias.

Alguns trabalhos de pesquisa exploraram a utilização desse resíduo na alimentação de ruminantes. Thiago et al. (1983) estudando a substituição de BIN em dietas para novilhos em engorda, demonstraram que a inclusão de BIN em níveis de 40% da MS em substituição à ponta de cana prejudicam o desempenho dos animais, sugerindo como máximo 20% da MS. Esses resultados estão de acordo com os de Pacola et al. (1984) onde, em níveis superiores a 30% na MS, o BIN reduziu o consumo de MS e o GPV de bovinos em engorda. Trabalhando com bovinos confinados, Pacola et al. (1981) forneceram ração completa com 40% de BIN na MS, o que prejudicou o consumo e proporcionou ganhos de peso de apenas 650-720g/cabeça/dia. A mesma tendência de redução de consumo foi verificada por Burgi (1985) com a adição de 60% de BIN na MS de dietas de bovinos de corte confinados, obtendo consumo de apenas 1,91% do PV.

Em experimento com vacas em lactação produzindo 20-25 Kg leite/dia a produção foi mantida quando se forneceu apenas 22,5% de BIN na MS da ração completa (Randel,1970). Com vacas de menor produção (15Kg leite/dia) foi possível formular rações completas contendo 30-40% de BIN na MS (Roman-Ponce et al., 1975). Para novilhas mestiças em crescimento que apresentaram ganho de peso médio de 477g/cabeça/dia durante 1 ano, o BIN somente pode participar em 20,5% da MS da ração (Joshi , 1979).

Os resultados encontrados na literatura sugerem que o bagaço de cana de açúcar, com cerca de apenas 30% de NDT e baixa proteína não representa um alimento com bom potencial de fornecer nutrientes ao animal. Entretanto, uma outra possibilidade seria a de utilizar este alimento como fornecedor da fibra necessária à digestão de bovinos de corte.

Ainda que dietas de 100% de concentrado tenham sido utilizadas com sucesso para bovinos de corte, a adição de cerca de 5 a 20% da matéria seca da dieta com uma fonte de fibra parece melhorar o desempenho animal (Preston, 1998). Bulle (2000) conduziu um experimento para avaliar o desempenho de bovinos confinados com bagaço de cana-de-açúcar como único volumoso. Os resultados sugerem que o desempenho foi cerca de 10% inferior ao estimado pelo NRC (1996) em função das análises dos ingredientes da dieta. Isto sugere que o bagaço apresente limitações como fonte de fibra efetiva às dietas de ruminantes.

4. Composição Corporal e Exigências Nutricionais

Existem relativamente poucos dados sobre as exigências nutricionais de zebuínos e seus cruzamentos em dietas com alto teor de concentrados. As exigências líquidas de energia, proteína e macroelementos minerais são iguais às taxas de deposição destes ao longo do crescimento do animal. A determinação da composição química do ganho de peso, em bovinos, ao contrário do que se observa para outras espécies domésticas, foi pouco estudada. Isso ocorre porque a determinação da composição corporal de bovinos é extremamente trabalhosa e cara. Um esforço tem sido desenvolvido por pesquisadores de todo o mundo, inclusive da ESALQ, Instituto de Zootecnia do Estado de São Paulo e FZEA, no sentido de desenvolver metodologias para a estimativa indireta da composição corporal. Após o desenvolvimento destas técnicas, tornou-se possível identificar alterações na composição do crescimento em função de diversos fatores como raça, peso, sexo, composição da dieta e de tratamentos hormonais.

Os principais tecidos que compõe a carcaça de animais domésticos são: muscular, adiposo e ósseo. A ordem de prioridade na formação destes tecidos varia de acordo com a maturidade fisiológica do animal. O desenvolvimento destes tecidos não ocorre de forma uniforme, sincronizada e isométrica. A velocidade de crescimento dos diferentes tecidos do corpo é variável em função das fases de crescimento e maturidade fisiológica do animal. Inicialmente o tecido ósseo tem maior taxa de crescimento em relação ao músculo e à gordura, nesta ordem. A proporção de ossos na carcaça diminui lentamente à medida que o peso do animal aumenta, apresentando menor variação percentual. Os músculos representam alta porcentagem do peso total ao nascimento, aumentando ligeiramente, passando a decrescer à medida que se inicia

a fase de deposição de gordura (Hammond, 1932, citado por Lawrence & Fowler, 1997)

A descrição destas fases é importante para determinação do estado de maturidade fisiológica em que o animal se encontra. A taxa de maturação talvez seja o parâmetro mais importante nas curvas de crescimento, podendo ser alterada por modificações de manejo e genótipo (Lanna, 1997). Dietas de alto concentrado possibilitam a completa expressão do potencial de crescimento, permitindo a caracterização da curva de crescimento teórica, da desmama à idade adulta, segundo equação de Brody (1945). Animais de peso adulto maior tendem a apresentar peso à desmama mais elevados, mesmo que a taxa de maturação seja igual à de animais com menor peso adulto. Um animal precoce não pode ser apenas definido como aquele que cresce mais rapidamente, devendo-se considerar a composição do crescimento do animal até atingir a qualidade adequada de acabamento para o abate. A deposição de gordura pode ser um indicador do estado fisiológico e de maturação do animal uma vez que, como visto anteriormente, os tecidos ósseo e muscular são depositados mais precocemente.

A determinação das exigências de energia para manutenção e crescimento de bovinos de corte é importante pois a maior parte da energia bruta fornecida ao animal com o objetivo de produzir carne é utilizada em funções de manutenção: manutenção dos gradientes das membranas, síntese de macromoléculas, manutenção da homotermia, movimentação e atividade física.

Novilhos desmamados recebendo alimentos de baixa qualidade e ganhando 250 g/dia retém apenas 3% da energia destes alimentos; 46% são perdidos nas fezes e 41% como calor. Um tourinho em confinamento crescendo rapidamente e recebendo uma dieta altamente digestível retém 37% da energia metabolizável presente nos alimentos,

dissipando 55% como calor (Webster, 1989). Signoretti et al. (1999b) comparando o desempenho de tourinhos recebendo diferentes níveis de inclusão de volumoso observaram que a eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso foi maior para dietas com menor proporção de volumoso, isto é, maior concentração de energia bruta na dieta, obtendo valores de eficiência da ordem de 40%. Ferreira et al. (1998b) trabalhando com tourinhos cruzados Simental x Nelore obtiveram valores médios de 27 a 42% de eficiência para rações com diferentes proporções de concentrado:volumoso. Estes exemplos demonstram que a deposição de energia pelos ruminantes mesmo com o uso de técnicas avançadas é um processo ineficiente quando comparado a outras espécies. Entretanto, há que se considerar o fato de que outras espécies não são eficientes na transformação de resíduos fibrosos.

A energia é o mais importante elemento em termos nutricionais e econômicos. Os dois fatores determinantes da eficiência de utilização da energia pelos ruminantes são perda nas fezes e produção de calor. A perda nas fezes está relacionada à características de digestibilidade dos alimentos e consumo dos animais. A produção de calor, por sua vez, está relacionada à exigência de energia líquida para manutenção e à ineficiência dos processos de síntese e deposição de proteínas e gordura.

Diversos fatores alteram a eficiência de crescimento de bovinos entre eles peso, idade, nutrição, genética (raça e tamanho corporal), sexo, utilização de hormônios exógenos e manipulação do genoma (NRC, 1996). A eficiência de crescimento de animais de corte é dependente de duas características básicas: taxa de ganho e composição química dos tecidos depositados. Quanto maior a taxa de ganho maior a eficiência de conversão em função da diluição das exigências de manutenção.

As exigências de manutenção podem variar em função do peso, raça, sexo, idade, estação do ano, temperatura, estado fisiológico e nutrição prévia (NRC, 1996). A determinação das exigências de manutenção para raças cruzadas *Bos Taurus* x *Bos Indicus* é necessária para o desenvolvimento de modelos matemáticos de simulação do processo de digestão e metabolização de nutrientes. O Santa Gertrudis é composto por aproximadamente 5/8 Shorthorn e 3/8 Brahman. Existe controvérsia na utilização de valores tabelados para exigências de manutenção determinados para raças puras em cruzamentos de *Bos indicus* com *Bos taurus* pois alguns autores propõe que os requerimentos de mestiços seriam intermediários (Fox et al, 1992; Lana et al., 1992).

A composição química dos tecidos depositados é o segundo fator determinante da eficiência de crescimento. Quanto maior a proporção de tecido adiposo no ganho, maior a eficiência energética de deposição dos tecidos e menor a eficiência de conversão alimentar pois a gordura é mais densa energeticamente.

As exigências de energia podem ser arbitrariamente divididas em exigência líquida para manutenção (ELm) e exigência líquida para ganho (ELg) (Lofgreen & Garret, 1968). As exigências de energia líquida para manutenção equivalem à produção de calor pelo animal com ingestão de energia suficiente apenas para manutenção de um balanço energético neutro. Equivalem também à quantidade de energia metabolizável consumida na situação descrita acima. Estas exigências podem ser definidas como a quantidade de energia ingerida que resulta em nenhuma perda ou ganho de energia no animal.

Por outro lado as exigências de energia para ganho são estimadas pela quantidade de energia depositada como matéria orgânica não gordurosa (a maior parte proteína) mais aquela depositada como gordura (NRC, 1984). A composição do ganho depositado é alterada,

entre outros, pelo tipo genético, pela taxa de ganho e pelo teor e consumo de energia da dieta. Diversos autores (Araújo et al., 1998 a,b; Boin, 1995; Lanna, 1998; Ferreira et al., 1998 a,b; Paulino et al., 1999 a,b; Signoretti et al., 1999 b,c) em experimentos realizados no Brasil têm procurado determinar as exigências nutricionais de energia para crescimento através de regressões do logaritmo do conteúdo corporal de energia em função do logaritmo do peso do corpo vazio.

As exigências de energia para diferentes taxas de ganho não são linearmente correlacionadas. Um ganho elevado de peso implica num maior teor de energia no ganho. Geay (1984) afirma que o conteúdo de gordura no ganho de peso é influenciado por fatores como raça, sexo, peso corporal e taxa de ganho. Boin, (1995) observou para o Nelore um aumento no teor de energia do ganho em função da taxa de ganho, o mesmo sendo demonstrado por Lanna et al, (1998) com mestiços zebuínos.

Oltjen & Garrett (1980) relataram que a proporção de energia, proteína e gordura no ganho de peso vivo varia mais em função do peso corporal do que da taxa de ganho. Entretanto, o uso de procedimentos e equações que utilizam o ganho de peso vazio como parâmetro (e.g. NRC, AFRC, RLM) aumenta a precisão das estimativas da composição do ganho, permitindo melhor estimar as exigências nutricionais de energia para crescimento.

Brody (1945) mostrou uma relação curvilínea entre energia retida e energia bruta consumida para ruminantes em crescimento ou engorda. Um constante incremento no consumo de energia diária resulta em aumentos decrescentes na retenção de energia por dia. Segundo Reid et al. (1955) esta redução ocorreria pela depressão na digestibilidade da dieta quando o nível de consumo aumenta. Esta redução seria determinada pela aceleração da taxa de passagem. Não obstante, embora os trabalhos de Garrett para elaboração do NRC não tenham

sido corrigidos para depressão da digestibilidade, trabalhos subsequentes demonstraram que efetivamente esta relação é curvilínea e com eficiência decrescente. Esta curvilinearidade deve estar ligada a um aumento de processos como turnover de macromoléculas e para manutenção dos potenciais de membrana no animal.

Os trabalhos conduzidos neste projeto tem como um dos objetivos fornecer dados que poderão ser utilizados como parâmetros em programas de estimativa das exigências nutricionais, programas de simulação do desempenho e sistemas de especialistas que poderão ser utilizados para avaliar sistemas de produção.

CAPÍTULO 1

MILHO ÚMIDO, BAGAÇO DE CANA E SILAGEM DE MILHO EM DIETAS DE ALTO CONCENTRADO 2. COMPOSIÇÃO CORPORAL E TAXAS DE DEPOSIÇÃO DOS TECIDOS¹

RESUMO: Comparou-se o efeito do milho colhido seco (87% MS) ou ensilado úmido (70% MS), associado à silagem de planta de milho (20% MS da dieta) ou bagaço de cana (12% MS da dieta), sobre a composição corporal e taxas de deposição dos componentes químicos corporais em 32 tourinhos Santa Gertrudis com idade média de dez meses e peso inicial médio de 245 kg. Os animais foram mantidos em baias individuais parcialmente cobertas por 124 dias, após adaptação de 33 dias. Quatro animais foram abatidos ao final da adaptação para determinação da composição inicial. Os outros 28 animais foram distribuídos nos quatro tratamentos. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso em arranjo fatorial 2x2 (dois volumosos x dois processamentos do milho grão), e testados os seguintes tratamentos: silagem de milho + milho úmido (Si-MU); silagem de milho + milho seco (Si-MS); bagaço cru + milho úmido (Ba-MU) e bagaço cru + milho seco (Ba-MS). Não houve interação entre volumoso e processamento do milho para nenhuma variável avaliada. Na comparação de volumosos a silagem de planta de milho foi superior ao bagaço para ganho de peso vazio, taxa de deposição dos tecidos e de energia. O milho úmido aumentou o teor de gordura, a taxa de deposição de lipídeos e o teor de energia no ganho de peso. Estes resultados são consistentes com os dados de desempenho que demonstram que a silagem de grão de milho aumentou o teor de energia líquida. Os resultados também sugerem que o bagaço de cana propicia um ambiente ruminal pior para o desempenho do animal que aquele obtido com uso da silagem de planta inteira de milho.

**HIGH MOISTURE CORN, SUGARCANE BAGASSE AND CORN
SILAGE IN HIGH CONCENTRATE DIETS 2. EMPTY BODY
CHEMICAL COMPOSITION AND TISSUES DEPOSITION RATES.**

ABSTRACT: The effect of corn grain harvested at 87%DM or harvested at 70%DM ground and ensiled were evaluated. Diets contained different roughage sources, either corn silage (20% of the diet DM) or sugarcane bagasse (12% of the DM). Thirty two Santa Gertrudis bulls with initial average age of ten months and initial average weight of 245kg were fed an adaptation diet for 33 days after which four animal were slaughtered to obtain initial body composition.. The other 28 animals were distributed to the four treatments for a 124 days experimental feeding period. The experimental design was randomized blocks in 2 X 2 factorial arrangement (two roughage sources X two corn grain sources) with seven repetitions, testing the following treatments: corn silage+high moisture corn (Si-MU); corn silage+dry corn grain (Si-MS); sugarcane bagasse+high moisture corn (Ba-MU) and sugarcane bagasse+dry corn grain (Ba-MS). There were no interactions between roughage and grain source for any variable evaluated. Corn silage was superior to sugarcane bagasse for daily empty body gain, and for rates of deposition of all chemical components and energy. High moisture corn increased fat and energy content in the weight gain as well as the rate of lipid deposition. Data demonstrated that sugarcane bagasse is a poor roughage source in high concentrate diets when compared to whole plant corn silage. Results are also consistent with an increase in net energy content of ensiled corn grain.

Introdução

A utilização do grão de alta umidade na nutrição animal apresenta algumas vantagens agronômicas, tais como: significativa redução das perdas no campo, liberação antecipada da área, redução dos custos com o processo de secagem, entre outras.

Além disto a ensilagem de grãos de milho é vantajosa em termos nutricionais, pois aumenta a eficiência de conversão alimentar. Stock et al. (1990) encontraram diminuição no consumo de alimentos e ganhos equivalentes na utilização do milho úmido em relação ao milho seco, com conseqüente melhora da eficiência alimentar. Embora exista alguma variação, principalmente em função do teor de umidade do grão e do nível de inclusão na dieta, um efeito de cerca de 10% na eficiência de ganho tem sido observado. Mais consistente tem sido o efeito sobre a conversão alimentar. Tonroy et al. (1974) obtiveram melhora na eficiência alimentar entre 9 e 25%, com redução de consumo o que tem sido confirmado na literatura. Este efeito parece ser consistente com um aumento da digestibilidade de uma dieta de alta energia.

Grandes excedentes de bagaço de cana de açúcar são produzidos no Brasil. Este bagaço vem sendo tradicionalmente utilizado na alimentação animal após algum tipo de tratamento físico e/ou químico. Entretanto, com a redução no custo dos grãos e a maior economicidade de dietas de alta energia, o tratamento do bagaço pode ser antieconômico.

Leme et al. (1997) trabalhando com tourinhos Santa Gertrudis observaram que as melhores taxas de deposição dos constituintes corporais foram obtidas com milho (em comparação à polpa de citrus peletizada) e alta proporção de concentrado.

Os principais tecidos que compõe a carcaça de animais domésticos são: muscular, adiposo e ósseo. A ordem de prioridade na formação destes tecidos varia de acordo com a maturidade fisiológica do animal. Inicialmente o tecido ósseo tem prioridade em detrimento a músculo e gordura, nesta ordem. O desenvolvimento destes tecidos não ocorre de forma uniforme, sincronizada e isométrica. A velocidade de crescimento dos diferentes tecidos do corpo é variável em função das fases de crescimento e maturidade fisiológica do animal. A proporção de ossos na carcaça diminui lentamente à medida que o peso do animal aumenta, apresentando menor variação percentual. Os músculos representam alta porcentagem do peso total ao nascimento, aumentando ligeiramente, passando a decrescer à medida que se inicia a fase de deposição de gordura (Hammond, 1932, citado por Lawrence & Fowler, 1997)

A descrição destas fases é importante para determinação do estado de maturidade fisiológica em que o animal se encontra. A taxa de maturação talvez seja o parâmetro mais importante nas curvas de crescimento, podendo ser alterada por modificações de manejo e genótipo (Lanna, 1997). Dietas de alto concentrado possibilitam a completa expressão do potencial de crescimento, permitindo a caracterização da curva de crescimento teórica, da desmama à idade adulta, segundo equação de Brody (1945). Animais de peso adulto maior tendem a apresentar peso à desmama mais elevados, mesmo que a taxa de maturação seja igual à de animais com menor peso adulto. Um animal precoce não pode ser apenas definido como aquele que cresce mais rapidamente, devendo-se considerar o perfil de crescimento do animal até atingir a qualidade adequada de acabamento para o abate. A deposição de gordura pode ser um indicador do estado fisiológico e de maturação do animal uma vez que, como visto anteriormente, os tecidos

ósseo e muscular têm prioridade. A manipulação de dietas é uma importante ferramenta no estudo e modelagem de curvas de crescimento e exigências nutricionais.

Esse trabalho teve por objetivo avaliar a possibilidade de uso do bagaço de cana de açúcar como único volumoso em dietas de alto concentrado. Para tanto comparou-se o bagaço de cana *in natura* com silagem de planta de milho. Os tratamentos foram avaliados com uso de dois tipos de grão de milho (seco ou ensilado úmido). Foram avaliados a composição química corporal e as taxas de deposição dos componentes corporais de tourinhos jovens da raça Santa Gertrudis.

Material e Métodos

Foram confinados 28 tourinhos Santa Gertrudis, com idade média de 10 meses e peso inicial de 245 kg. Os animais foram mantidos em baias individuais parcialmente cobertas por 124 dias (período experimental), após uma adaptação de 33 dias às instalações e às dietas de alto concentrado. Quatro animais foram abatidos após a adaptação para determinação da composição inicial.

Os outros 28 animais foram distribuídos nos quatro tratamentos. Os animais foram abatidos entre 110 dias e 124 dias após o início do período experimental com objetivo de obter uniformidade de acabamento. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial 2x2 (dois volumosos x dois processamentos do milho grão) com sete repetições, e testados os seguintes tratamentos: silagem de milho + milho úmido (Si-MU); silagem de milho + milho seco (Si-MS); bagaço cru + milho úmido (Ba-MU); e bagaço cru + milho seco (Ba-MS).

O milho úmido foi colhido quando o grão apresentava 30% de umidade e, após moagem, foi ensilado em silo tipo trincheira. O milho

grão foi colhido e seco até 13% de umidade. As dietas foram balanceadas segundo o modelo CNCPS (Cornell Net Carbohydrate and Protein System, Fox et al., 1992), sendo que os tratamentos com bagaço de cana-de-açúcar apresentavam uma relação volumoso:concentrado de 12:88 e os tratamentos com silagem de milho apresentavam uma relação volumoso:concentrado de 20:80, uma vez que a silagem de milho continha 40% de grãos. A composição das dietas experimentais está na tabela 1. As dietas foram balanceadas de forma a garantir suprimento de proteína degradável no rúmen, incluindo aminoácidos/peptídeos, bem como de garantir o suprimento das exigências de proteína metabolizável para o animal.

Os animais receberam os alimentos na forma de ração completa, duas vezes ao dia, sendo o volumoso corrigido diariamente e o concentrado semanalmente, procurando-se manter as sobras em torno de 5% do peso total do alimento oferecido, pesando-as diariamente. Semanalmente foram coletadas amostras de alimento oferecido, bem como das sobras. As amostras semanais correspondentes a cada um dos períodos de 28 dias foram agrupadas proporcionalmente constituindo-se amostras compostas. Estas amostras foram secas em estufa a 55°C e moídas para posterior análise. As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, FZEA – USP.

Os animais foram pesados no início e no final do período experimental após jejum de 18 horas. No final do período experimental, os animais foram abatidos para determinação das características da carcaça e retirada da secção da 9, 10 e 11^a costelas de acordo com a descrição de Hankins e Howe (1946).

Tabela 1. Composição das dietas experimentais na matéria seca

Table 1. Dry matter composition of experimental diets

Ingredientes <i>Ingredients</i>	Tratamentos <i>Treatments</i>			
	Si-MS	Si-MU	Ba-MS	Ba-MU
	% da matéria seca			
Silagem milho <i>Corn silage</i>	20	20	--	--
Bagaço de cana <i>Sugarcane bagasse</i>	--	--	12	12
Farelo soja <i>Soybean meal</i>	6,50	9,50	7,90	9,80
Milho grão seco triturado <i>Grounded dry corn</i>	60,95	--	67,20	--
Milho úmido moído <i>High moisture corn</i>	--	58,15	--	65,50
Polpa citrus peletizada <i>Pelletized citrus pulp</i>	10,00	10,00	10,00	10,00
Uréia <i>Urea</i>	0,90	0,70	0,90	0,70
Calcário <i>Calcareo</i>	0,625	0,625	0,625	0,625
Sal mineral <i>Mineral salt</i>	0,65	0,65	0,75	0,75
Sulfato amônia <i>Amonia sulfate</i>	0,10	0,10	0,15	0,15
Monensina sódica <i>Sodic monensin</i>	0,025	0,025	0,025	0,025
Vitamina A <i>A vitamin</i>	0,05	0,05	0,05	0,05
Cloreto potássio <i>Potassium chloride</i>	0,20	0,20	0,40	0,40

¹. Si – silagem de milho; MU – milho úmido; Ba – bagaço cru; MS – milho seco

Si – Corn silage; UM – High moisture grain; Ba – Sugarcane bagasse; MS - Grounded dry corn

A composição do corte das 9-11^a costelas é um preciso estimador da composição corporal. Entretanto, grandes erros nas estimativas da composição corporal, exigências nutricionais e teor de energia líquida de alimentos podem ocorrer pelo uso de equações desenvolvidas em animais de grupos genéticos diferentes dos animais testados (Lanna et al., 1995). A estimativa da composição química corporal dos animais deste experimento foi feita através da análise química do corte da 9-11^a costelas retirada conforme técnica de Hankins e Howe (1946), mas empregando as equações de regressão desenvolvidas para animais desta raça e categoria por Henrique et al. (1999b).

A estimativa da porcentagem de água e gordura no corpo vazio foi feita a partir da porcentagem de água na 9-11^a costelas utilizando-se das seguintes equações desenvolvidas para tourinhos Santa Gertrudis (Henrique et al., 1999b):

$$\text{Equação 1: \% água PVz} = 1,0559 \% \text{ água } 9-10^a - 1,9804 \text{ (} r^2 = 0,92 \text{)}$$

$$\text{Equação 2: \% gordura PVz} = -1,1411 \% \text{ água } 9-10^a + 83,023 \text{ (} r^2 = 0,91 \text{)}$$

A composição da matéria seca e desengordurada é bastante constante apresentando 80,2% de proteína e 19,8% de cinzas (NRC, 1984). Estes valores foram utilizados para estimativa dos teores de proteína e cinzas do corpo vazio. O abate ocorreu após pesagem dos animais, por concussão cerebral e secção da veia jugular. O peso vazio foi determinado por diferença entre o peso vivo em jejum e o peso do conteúdo gastrointestinal e da bexiga. A carcaça foi dividida ao meio, pesada e resfriada em câmara fria por aproximadamente 18 horas à temperatura de 4°C. Após este período utilizou-se a meia-carcaça esquerda para retirada da seção da 9-11^a costelas.

As amostras da 9-11^a costelas foram congeladas e posteriormente cortadas com serra elétrica de fita e moídas em moedor de grande porte (Herman P-33a-3-789, 15 HP). As amostras foram moídas três vezes com prato perfurado de 30 mm e três com prato de 12 mm. Na última passada foram coletadas amostras de cerca de 350 gramas do homogenado que foram divididas em quatro placas de Petri. Estas placas foram liofilizadas até atingirem peso constante. As amostras liofilizadas foram moídas em liquidificador com copo de aço inox adicionando-se gelo seco (CO₂ sólido). O teor de proteína foi determinado pelo procedimento Macro-Kjedhal multiplicando-se o resultado por 6,25. A porcentagem de extrato etéreo foi calculada através da perda de peso da amostra depois de 30 horas de extração em aparelho Soxlet. As cinzas foram determinadas após 8 horas em mufla a 600° Celsius.

Resultados e Discussão

Os resultados de composição química corporal e taxas de deposição dos componentes químicos estão apresentados nas tabelas 2 a 5. Para todos os fatores estudados, não houve interação significativa entre o tipo de volumoso e o tipo de processamento do milho. Entretanto os efeitos principais de nível de volumoso e tipo de milho foram significativos.

Em relação ao tipo de volumoso a silagem de planta de milho aumentou a taxa de ganho de peso vazio (GPVz) e conseqüentemente o peso vazio final ($P<0,05$). Consistente com estes resultados as taxas de deposição de todos os constituintes químicos corporais água, lipídeo, proteína e cinzas também aumentaram.

Houve uma tendência de aumento no teor de gordura final no corpo vazio dos animais alimentados com silagem de planta de milho em relação ao bagaço de cana de açúcar. Este maior teor de gordura pode estar ligado ao maior peso vazio final observado para os animais alimentados com silagem de milho ($P<0,02$), bem como pela maior taxa de ganho que pode aumentar a concentração de gordura.

De forma geral, os efeitos do tipo de volumoso influíram mais no aumento das taxas de deposição do que na alteração da composição do ganho de peso depositado.

Tabela 2. Pesos vazios inicial e final de tourinhos Santa Gertrudis

Table 2. Initial and final empty body weight of Santa Gertrudis bulls

Variáveis	Tratamentos ¹					Probabilidade ²		CV ³
	Si – MS	Si –UM	Ba-MS	Ba-UM	Milh	Vol	VolxMil	
Peso vazio inicial, kg	262,5	256,5	259,9	262,7	0,90	0,89	0,73	12,7
<i>Initial empty body weight</i>								
Peso vazio final, kg	425,4	420,4	386,2	397,6	0,81	0,02	0,53	8,3
<i>Final empty body weight</i>								

¹ Si – silagem de milho; MU – milho úmido; Ba – bagaço cru; MS – milho seco*Si – Corn silage; UM – High moisture grain; Ba – Sugarcane bagasse; MS – Grounded dry corn*² Vol – fator volumoso; Mil – fator processamento milho; VolxMil – interação dos fatores*Vol – roughage factor; Mil – corn factor; VolxMil – interaction between factors*³ CV – coeficiente de variação CV – variation coefficient

Tabela 3. Taxas de ganho dos constituintes químicos corporais de tourinhos Santa Gertrudis

Table 3. Chemical body composition gain rates of Santa Gertrudis bulls

Variáveis	Tratamentos ¹					Probabilidade ²		CV ³
	Si- MS	Si -MU	Ba-MS	Ba-UM	milh	Vol	VolxMil	
GPVz ⁴ kg/an/dia	1,41	1,42	1,05	1,18	0,22	<0,01	0,30	11,6
<i>EBWG</i>								
Água, g/dia	532	427	418	392	0,31	0,25	0,54	37,9
<i>Water</i>								
Gordura, g/dia	555	677	391	523	0,08	0,03	0,95	34,6
<i>Fat</i>								
Proteína, g/dia	258	253	196	215	0,54	<0,01	0,26	12,0
<i>Protein</i>								
Cinza, g/dia	63	62	48	52	0,53	<0,01	0,27	12,1
<i>Ash</i>								
Energia, Mcal/dia	6,68	7,80	4,79	6,12	0,08	0,01	0,87	27,6
<i>Energy</i>								

¹ Si – silagem de milho; MU – milho úmido; Ba – bagaço cru; MS – milho seco*Si – Corn silage; UM – High moisture grain; Ba – Sugarcane bagasse; MS – Grounded dry corn*² Vol – fator volumoso; Mil – fator processamento milho; VolxMil – interação dos fatores*Vol – roughage factor; Mil – corn factor; VolxMil – interaction between factors*³ CV – coeficiente de variação CV – variation coefficient⁴ GPVz – ganho de peso vazio EBWG – Empty body weight gain

Tabela 4. Composição do corpo vazio de tourinhos Santa Gertrudis

Table 2. Empty body composition of Santa Gertrudis bulls

Variáveis		Tratamentos ¹				Probabilidade ²			CV ³
		Si - MS	Si -MU	Ba-MS	Ba-UM	milh	Vol	VolxMil	
Água,	%	54,5	51,8	56,7	54,2	0,07	0,10	0,93	6,7
Water									
EE ⁴ ,	%	22,0	24,9	19,6	22,3	0,07	0,10	0,93	17,8
EE									
Proteína,	%	18,9	18,7	19,0	18,8	0,07	0,10	0,93	1,3
Protein									
Cinza,	%	4,66	4,61	4,69	4,65	0,07	0,10	0,93	1,3
Ash									

¹ Si – silagem de milho; MU – milho úmido; Ba – bagaço cru; MS – milho seco

Si – Corn silage; UM – High moisture grain; Ba – Sugarcane bagasse; MS - Grounded dry corn

² Vol – fator volumoso; Mil – fator processamento milho; VolxMil – interação dos fatores

Vol - roughage factor, Mil – corn factor; VolxMil – interaction between factors

³ CV – coeficiente de variação CV – variation coefficient⁴ EE – Extrato Etéreo EE – Etereo extract

Tabela 5. Composição do ganho do corpo vazio de tourinhos Santa Gertrudis

Table 5. Empty body gain composition rates of Santa Gertrudis bulls

Variáveis		Tratamentos ¹				Probabilidade ²			CV ³
		Si - MS	Si -MU	Ba-MS	Ba-UM	milh	Vol	VolxMil	
Água,	%	38,0	30,5	38,5	33,3	0,20	0,73	0,82	36,0
Water									
EE,	%	39,2	47,2	38,4	44,0	0,19	0,70	0,82	32,1
EE									
Proteína,	%	18,4	17,9	18,6	18,2	0,12	0,34	0,85	4,0
Protein									
Cinza,	%	4,49	4,37	4,53	4,44	0,14	0,44	0,84	4,2
Ash									
Energia, Mcal/dia		4,72	5,45	4,65	5,17	0,20	0,71	0,82	24,6
Energy									

¹ Si – silagem de milho; MU – milho úmido; Ba – bagaço cru; MS – milho seco

Si – Corn silage; UM – High moisture grain; Ba – Sugarcane bagasse; MS - Grounded dry corn

² Vol – fator volumoso; Mil – fator processamento milho; VolxMil – interação dos fatores

Vol - roughage factor, Mil – corn factor; VolxMil – interaction between factors

³ CV – coeficiente de variação CV – variation coefficient

Nas figuras 1 a 4 estão comparados os resultados obtidos neste trabalho com simulações de estimativas feitas através do NRC (1996) para as mesmas condições experimentais. O consumo de alimentos e o teor de energia no ganho observados foram superiores aos estimado pelo NRC (1996).

Figura 1: Consumo de matéria seca observado e esperado pelo NRC (1996) (kg/an.dia)

Picture 1: Dry matter intake observed and estimated by NRC (1996) (kg/an.day)

	Consumo de MS kg/an.,dia	
	Esperado	Observado
SiMS	6,8	8,3
SiMU	6,8	8
BaMS	6,6	7,9
BaMU	6,7	7,8

Figura 2: Conversão alimentar observada e esperada pelo NRC (kg MS/kg GPVz)

Picture 2: Efficiency observed and estimated by NRC (kg DMI/kg EBWG)

	Conversão Alimentar kgMS/kgGPVz	
	Esperado	Observado
SiMS	4,62	5,68
SiMU	4,5	5,23
BaMS	4,92	6,27
BaMU	5	5,78

Figura 3: Ganho de peso em jejum observado e esperado pelo NRC (kg/an.dia)

Picture 3: Shrunk body weight gain observed and estimated by NRC (kg/an.day)

	Ganho de Peso kg/cab.dia	
	Esperado	Observado
SiMS	1,47	1,46
SiMU	1,51	1,53
BaMS	1,34	1,26
BaMU	1,34	1,35

Figura 4: Energia depositada observada e esperada pelo NRC (Mcal/kgGPVz)

Picture 4: Deposited energy observed and estimated by NRC (Mcal/kgEBWG)

	Energia Mcal/kgGPVz	
	Esperado	Observado
SiMS	6,25	6,68
SiMU	6,41	7,8
BaMS	5,52	4,79
BaMU	5,62	6,12

O consumo de alimento e o teor de energia no ganho observados foram superiores aos estimado pelo NRC. Os resultados da simulação demonstram algum problema na eficiência de utilização da dieta com bagaço, talvez função do nível de inclusão muito baixo.

Bulle (2000) avaliando dietas de alto teor de concentrado com diferentes níveis de inclusão de bagaço de cana observou que houve tendência a maiores taxas de ganho de peso vazio e maior percentagem

de extrato etéreo na composição do ganho em dietas com 15% de bagaço *in natura*, em relação à 9 e 20%.

Araújo et al. (1998), trabalhando com tourinhos mestiços Holandês X Nelore observaram comportamento linear decrescente em função de diferentes níveis de volumoso para peso vazio final e peso da carcaça.

Ferreira et al. (1998) observaram que a conversão alimentar, os ganhos médios diários de peso vivo, peso corporal vazio e peso da carcaça de tourinhos F1 Simental X Nelore aumentaram com o incremento de concentrado nas rações.

Para forma de processamento do milho grão, observou-se que animais alimentados com milho úmido apresentaram maiores taxas de deposição de lipídios ($P < 0,08$), sem alteração na taxa de ganho de peso vazio. Houve, portanto, uma tendência do milho úmido alterar a composição do ganho de peso vazio e da composição ao abate ($P < 0,07$). Esta tendência de aumento no teor de lipídios do ganho poderia ser função do maior teor de energia no milho úmido, entretanto o mesmo efeito não foi observado para a silagem de milho. Uma explicação possível para este comportamento, seria o perfil de nutrientes e seu padrão de absorção nas duas dietas.

Conclusões

O uso da silagem da planta de milho em relação ao bagaço aumentou o ganho de peso vazio, a taxa de deposição de energia, o peso vazio final e tendeu a aumentar o teor de lipídios no ganho. Estes efeitos demonstram um aumento na eficiência energética de ganho nas dietas com silagem de milho em relação ao bagaço.

A ensilagem do milho grão aumentou a taxa de deposição de energia e de lipídios, bem como tendeu a aumentar o teor de lipídios final e o teor de energia do ganho de peso. Os resultados são consistentes com os dados de desempenho (ver Henrique et al., 1999a).

O consumo de alimentos e o teor de energia no ganho observados foram superiores aos estimado pelo NRC (1996). Os resultados da simulação nas condições do experimento demonstraram algum problema na eficiência de utilização da dieta com bagaço de cana *in natura*, talvez função do nível de inclusão muito baixo (Bulle, 2000).

Verificamos redução no teor de energia líquida da dieta contendo bagaço de cana. Houve também uma tendência de aumento no teor de gordura final no corpo vazio dos animais que receberam silagem da planta de milho em relação àqueles que receberam bagaço de cana *in natura*, fato este que pode estar ligado ao maior ganho de peso e peso vazio final dos animais que receberam silagem da planta de milho.

CAPÍTULO 2

EXIGÊNCIAS DE PROTEÍNA E ENERGIA LÍQUIDA PARA CRESCIMENTO DE TOURINHOS SANTA GERTRUDIS EM DIETAS DE ALTO CONCENTRADO¹

RESUMO: Foram utilizados 32 tourinhos Santa Gertrudis inicialmente com dez meses de idade e 245 kg de peso, alimentados em confinamento com dietas de 88% de concentrado. Quatro animais foram abatidos no início do experimento (linha base) para estimativa da composição corporal inicial. Os 28 animais restantes foram distribuídos em baias individuais com delineamento de blocos ao acaso em arranjo fatorial 2x2 (dois volumosos x dois processamentos do milho grão) com sete repetições. Os volumosos incluíam silagem da planta de milho ou bagaço de cana e os dois processamentos do grão de milho incluíam o grão colhido seco e triturado e o colhido e ensilado úmido. As exigências líquidas de energia para manutenção foram determinadas pela regressão do logaritmo do calor produzido em função do consumo de energia metabolizável. Para o nível zero de ingestão o valor obtido foi de 82,2 Kcal/kg PVz^{0,75}.d, resultado este bastante próximo do esperado em função do fato de que estes tourinhos receberam suplementação durante a amamentação e por mais um mês até o início do experimento. Através da regressão do logaritmo do conteúdo corporal de energia em função do logaritmo do peso do corpo vazio estimou-se o conteúdo de energia e proteína para ganho de peso em qualquer faixa de peso vazio incluída neste trabalho: para ganho de 1kg, em um animal de 300 kg, foram necessárias 3,64 Mcal/dia de energia e 129,5 g de proteína.

PROTEIN AND ENERGY REQUIREMENTS FOR GROWTH OF SANTA GERTRUDIS YOUNG BULLS FED HIGH CONCENTRATE DIETS

ABSTRACT: Thirty two Santa Gertrudis bulls with ten months of age and 245 kg average live weight were fed 88% concentrate diets with corn silage or sugarcane bagasse and dry corn or high moisture corn. Four animal were slaughtered in the beginning of the experiment for initial body composition determination. Other 28 animals were distributed on four treatments. The experimental design was randomized blocks in 2 X 2 factorial (two roughage X two corn types) with seven repetitions. Net requirements of energy for maintenance were determinated by the regression equation of the log of heat production as a function of metabolizable energy intake at zero feed intake obtaining value 82,2 Kcal/kg EBW^{0,75}.d. Regression equation of the log of body energy content as a function of the log of empty body weight (EBW) provided estimation of body energy and protein content at any EBW range included in this research: for weight gain of 1kg, an animal of 300 kg require 3,64 Mcal/day of energy and 129,5g of protein.

Introdução

A determinação das exigências de energia para manutenção e crescimento de bovinos de corte é importante pois a maior parte da energia bruta fornecida ao animal com o objetivo de produzir carne é utilizada em funções de manutenção: manutenção dos gradientes das membranas, síntese de macromoléculas, manutenção da homotermia, movimentação e atividade física (NRC, 1996).

Novilhos desmamados recebendo alimentos de baixa qualidade e ganhando 250 g/dia retêm apenas 3% da energia destes alimentos; 46% são perdidos nas fezes e 41% como calor. Um tourinho em confinamento crescendo rapidamente e recebendo uma dieta altamente digestível retém 37% da energia metabolizável presente nos alimentos, dissipando 55% como calor (Webster, 1989). Signoretti et al. (1999b) comparando o desempenho de tourinhos recebendo diferentes níveis de volumoso observaram que a eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso foi maior para dietas com menor proporção de volumoso, isto é, maior concentração de energia bruta na dieta, obtendo valores de eficiência da ordem de 40%. Ferreira et al. (1998b) trabalhando com tourinhos cruzados Simental X Nelore obtiveram valores médios de 27 a 42% de eficiência para rações com diferentes proporções de concentrado:volumoso. Estes exemplos demonstram que a deposição de energia pelos ruminantes mesmo com o uso de técnicas avançadas é um processo ineficiente quando comparado a outras espécies. Entretanto há que se considerar o fato de que outras espécies não são eficientes na transformação de resíduos fibrosos.

Diversos fatores alteram a eficiência de crescimento de bovinos entre eles peso, idade, nutrição, genética (raça e tamanho corporal), sexo, utilização de hormônios exógenos e manipulação do genoma (Lanna, 1997). A eficiência de crescimento de animais de corte é dependente de duas características básicas: taxa de ganho e composição química dos tecidos depositados. Quanto maior a taxa de ganho maior a eficiência de conversão em função da diluição das exigências de manutenção. As exigências de manutenção podem variar em função do peso, raça, sexo, idade, estação do ano, temperatura, estado fisiológico e nutrição prévia (NRC, 1996). A determinação das exigências de manutenção para raças cruzadas *Bos Taurus* x *Bos Indicus* é necessária para o desenvolvimento de modelos matemáticos de simulação do processo de digestão e metabolização de nutrientes. O Santa Gertrudis é composto por aproximadamente 5/8 Shorthorn e 3/8 Brahman. Existe controvérsia na utilização de valores tabelados para exigências de manutenção determinados para raças puras em cruzamentos de *Bos indicus* com *Bos taurus* pois alguns autores propõem que os requerimentos de mestiços seriam intermediários (Fox et al. 1992, Lana et al., 1992).

A composição química dos tecidos depositados é o segundo fator determinante da eficiência de crescimento. Quanto maior a proporção de tecido adiposo no ganho, maior a eficiência energética de deposição dos tecidos e menor a eficiência de conversão alimentar pois a gordura é mais densa energeticamente.

As exigências de energia podem ser arbitrariamente divididas em exigência líquida para manutenção (ELm) e exigência líquida para ganho (ELg) (Lofgreen & Garret, 1968). As exigências de energia líquida para manutenção equivalem à produção de calor pelo animal com ingestão de energia suficiente apenas para manutenção de um balanço energético

energético neutro. Equivalem também à quantidade de energia metabolizável consumida na situação descrita acima. Estas exigências podem ser definidas como a quantidade de energia ingerida que resulta em nenhuma perda ou ganho de energia no animal.

Por outro lado as exigências de energia para ganho são estimadas pela quantidade de energia depositada como matéria orgânica não gordurosa (a maior parte proteína) mais aquela depositada como gordura (NRC, 1984). A composição do ganho depositado é alterada entre outros, pelo tipo genético, pela taxa de ganho e pelo teor e consumo de energia da dieta. Diversos autores (Araújo et al., 1998 a,b; Boin, 1995; Lanna, 1998; Ferreira et al., 1998 a,b; Paulino et al., 1999 a,b; Signoretti et al., 1999b,c) em experimentos realizados no Brasil têm procurado determinar as exigências nutricionais de energia para crescimento através de regressões do logaritmo do conteúdo corporal de energia em função do logaritmo do peso do corpo vazio.

As exigências de energia para diferentes taxas de ganho não são linearmente correlacionadas. Um ganho elevado de peso implica num maior teor de energia no ganho. Geay (1984) afirma que o conteúdo de gordura no ganho de peso é influenciado por fatores como raça, sexo, peso corporal e taxa de ganho. Boin, (1995) observou para o Nelore um aumento no teor de energia do ganho em função da taxa de ganho, o mesmo sendo demonstrado por Lanna et al, (1998) com mestiços zebuínos.

Oltjen & Garrett (1980) relataram que a proporção de energia, proteína e gordura no ganho de peso vivo varia mais em função do peso corporal do que da taxa de ganho. Entretanto, o uso de procedimentos e equações que utilizam o ganho de peso vazio como parâmetro (e.g. NRC, AFRC, RLM) aumenta a precisão das estimativas da composição

do ganho, permitindo melhor estimar as exigências nutricionais de energia para crescimento.

Brody (1945) mostrou uma relação curvilínea entre energia retida e energia bruta consumida para ruminantes em crescimento ou engorda. Um constante incremento no consumo de energia diária resulta em aumentos decrescentes na retenção de energia por dia. Segundo Reid et al. (1955) esta redução ocorreria pela depressão na digestibilidade da dieta quando o nível de consumo aumenta. Esta redução seria determinada pela aceleração da taxa de passagem. Não obstante, embora os trabalhos de Garrett para elaboração do NRC não tenham sido corrigidos para depressão da digestibilidade, trabalhos subsequentes demonstraram que efetivamente esta relação é curvilínea e com eficiência decrescente. Esta curvilinearidade deve estar ligada a um aumento de processos como turnover de macromoléculas e para manutenção dos potenciais de membrana no animal.

Os trabalhos conduzidos neste projeto têm como um dos objetivos fornecer dados que poderão ser utilizados como parâmetros em programas de estimativa das exigências nutricionais, programas de simulação do desempenho e sistemas de especialistas que poderão ser utilizados para avaliar sistemas de produção.

Material e Métodos

Foram confinados 32 tourinhos Santa Gertrudis, com idade média de 10 meses e peso inicial médio de 245 kg. Os animais foram mantidos em baias individuais parcialmente cobertas por 124 dias (período experimental), após adaptação de 33 dias. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso em arranjo fatorial 2x2 (dois volumosos x dois processamentos do milho grão) com sete repetições, testados os seguintes tratamentos: silagem de milho + milho úmido (Si-MU); silagem de milho + milho seco (Si-MS); bagaço cru + milho úmido (Ba-MU); e bagaço cru + milho seco (Ba-MS). A composição detalhada da dieta está descrita em Berndt et al, 1999.

O milho úmido foi colhido quando o grão apresentava 30% de umidade e, após moagem, foi ensilado em silo trincheira. O milho grão foi colhido e seco até 13% de umidade. As dietas foram balanceadas segundo o modelo CNCPS (Cornell Net Carbohydrate and Protein System, Fox et al., 1992), sendo que os tratamentos com silagem de milho apresentavam uma relação volumoso:concentrado de 20:80, e os tratamentos com bagaço de cana-de-açúcar de 12:88, uma vez que a silagem de milho continha 40% de grãos.

A dieta completa foi fornecida duas vezes ao dia sendo a composição corrigida semanalmente em função da matéria seca. Os animais foram pesados no início, após períodos de 28 dias e no final do período experimental após jejum de 18 horas.

Para este estudo de uso de energia utilizamos a técnica de abates comparativos. Em contraste à calorimetria, onde a ingestão de energia metabolizável e a produção de calor são diretamente determinadas e a energia retida é estimada, através de abates comparativos a energia retida é medida de forma direta (Ferrell, 1988).

Quatro animais (linha base) foram abatidos para cálculo da composição corporal inicial. 15 animais foram abatidos após 110 dias e 13 após 124 dias de forma a apresentarem acabamento semelhante e para facilitar a retirada do corte da 9 – 11ª costelas (seção HH) conforme Hankins e Howe (1946) utilizando equações de regressão desenvolvidas para animais desta categoria e raça (Henrique et al., 1999).

A composição do corte das costelas (seção HH) fornece equações de regressão para estimativas da composição da carcaça melhores que outros métodos (Lanna, 1988).

Para estimar a porcentagem de água e gordura no peso do corpo vazio, a partir da porcentagem de extrato etéreo na 9 – 11ª costelas utilizou-se as seguintes equações desenvolvidas para a raça (Henrique et al., 1999):

$$\text{Equação 1: \% água PVz} = 1,0559 \% \text{ água} - 1,9804 \quad (r^2 = 0,92)$$

$$\text{Equação 2: \% gordura PVz} = -1,1411 \% \text{ água} + 83,023 \quad (r^2 = 0,91)$$

Regressões lineares entre peso vazio inicial e peso vivo em jejum inicial da linha base foram determinadas para fornecer melhor estimativa do peso vazio inicial dos 28 animais que entraram no confinamento e foram abatidos posteriormente.

Os valores de energia dos ingredientes da ração, ou seja a energia ingerida, foram determinados a partir de análises bromatológicas e equações de Kearl (1982).

As quantidades de energia no corpo vazio e ganho de peso vazio foram determinadas a partir da composição corporal dos animais (Berndt et al, 1999), taxas de deposição dos constituintes químicos corporais e respectivos equivalentes calóricos segundo a equação (ARC, 1980):

$$E \text{ (Mcal)} = 5,6405 X + 9,3929 Y \text{ sendo:}$$

E – Energia (Mcal)

X – Proteína corporal (kg)

Y – Gordura corporal (Kg),.

As exigência de energia líquida para manutenção (Elm) foram determinadas pela regressão do logaritmo da produção de calor em função do consumo de energia metabolizável (EM), em Kcal por unidade de peso metabólico, extrapolando-se a equação para zero de consumo de EM (Lofgreen e Garrett, 1968). Também foram ajustadas equações de regressão do conteúdo corporal de energia em função do peso corporal vazio possibilitando estimar as exigências de energia e proteína para ganho de peso em determinadas faixas de peso vivo. Para pesos vivos elevados a exigência de proteína é menor e maior a exigência de energia para ganho de 1 kg (tabela 3).

Resultados e Discussão

Apesar deste experimento não ter sido delineado para determinação exata das exigências de energia para manutenção apresentamos os resultados da regressão ressaltando que estes não podem ser comparados à maioria dos dados de literatura em função de não termos um grupo de animais mantidos próximos à manutenção. Através da regressão do logaritmo da produção de calor em função da ingestão de energia metabolizável, em kcal/ kg PVz^{0,75}.d, obteve-se a equação (tabela 1):

$$\text{Log. PC} = 1,914927 + 0,001334. \text{ IEM}, r^2 = 0,34$$

Tabela 1. Regressão do logaritmo da produção de calor (kcal/kg^{0,75}.d) em função da ingestão de energia metabolizável (kcal/kg^{0,75}.d).

Table 1: Regression of the log of heat production (kcal/kg^{0,75}.d) as a function of metabolizable energy intake (kcal/kg^{0,75}.d).

Componente <i>Component</i>	Regressão de predição <i>Regression prediction</i>
Log. Energia <i>Log. Energy</i>	Y = 1,975432 + 0,001098. IEM Y = 1,975432 + 0,001098. MEI

A partir desta equação, com consumo de energia metabolizável igual a zero, determinou-se a exigência de energia de manutenção para tourinhos da raça Santa Gertrudis em 82,2 Kcal/kg PVz^{0,75}.d. O valor muito baixo do coeficiente de determinação é função da utilização de dados individuais de relativamente poucos animais, em contraste com Lofgreen e Garrett (1968) que utilizaram dados médios de baias com 6 animais, trabalhando com mais de 300 animais. A energia retida em função do ganho de peso vazio foi muito variável possivelmente devido a variação entre os animais. Animais de mesmo peso com ganhos semelhantes apresentaram diferenças na composição do ganho indicando que alguns animais apresentavam elevado potencial de crescimento muscular enquanto outros depositaram gordura mais precocemente.

As exigências líquidas de energia para ganho de peso foram determinadas a partir da equação de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de energia em função do logaritmo do peso do corpo vazio (tabela 2):

$$\text{Log Energia} = 0,7425 \log \text{PVz}^{1,4691}, r^2 = 0,43.$$

Tabela 2. Regressão do logaritmo da quantidade de energia (kcal) presente no corpo vazio em função do logaritmo do peso do corpo vazio(kg) (PVz).

Table 2. Regression equation of log body content of energy (kcal) as a function of log empty body weight (EBW).

Componente <i>Component</i>	Parâmetros <i>Parameters</i>	
	Intercepto <i>Intercept</i>	Coefficiente <i>Coefficient</i>
Log Energia <i>Log Energy</i>	0,7425	1,4691

As estimativas de exigências líquidas de energia e proteína para ganho de 1 kg de PVz em diferentes faixas de peso vazio estão na tabela 3 e apresentados na forma gráfica na figura 1.

Tabela 3. Exigências líquidas de energia (Mcal) e proteína (g) para ganhos de 1 kg de peso vazio.

Table 3. Net energy (Mcal) and protein (g) for 1 kg of empty body weight gain.

PVz (kg) <i>EBW (kg)</i>	GPVz (kg) <i>EBWG (kg)</i>	Energia (Mcal) <i>Energy (Mcal)</i>	Proteína (g) <i>Protein (g)</i>
300	1	3.64	129,5
350	1	4.09	123,1
400	1	4.54	117,8
450	1	4.98	113,4
500	1	5.42	109,5

Figura 2. Energia retida ($\text{kcal/d.kgPV}^{0,75}$) em função da taxa de ganho de peso vazio (kg/d).

Picture 2. Retained Energy ($\text{kcal/d.kgPV}^{0,75}$) as a function of empty body weight gain (kg/d).

Como neste trabalho o ganho de peso médio dos animais nos tratamentos foi de 1,270 kg/dia, seria mais correto expressar as exigências de energia e proteína para esta faixa de ganho de peso (tabela 4).

Tabela 4. Exigências líquidas de energia (Mcal) e proteína (g) para ganhos de 1,270 kg de peso vazio.

Table 4. Net energy (Mcal) and protein (g) for 1,270 kg of empty body weight gain.

PVz (kg)	GPVz (kg)	Energia (Mcal)	Proteína (g)
EBW (kg)	EBWG (kg)	Energy (Mcal)	Protein (g)
300	1,270	4,62	164,5
350	1,270	5,19	156,3
400	1,270	5,79	149,6
450	1,270	6,33	144,0
500	1,270	6,89	139,1

As exigências de energia para diferentes taxas de ganho não são linearmente correlacionadas. Um ganho elevado de peso implica num maior teor de energia no ganho. Geay (1984) afirma que o conteúdo de gordura no ganho de peso é influenciado por fatores como raça, sexo, peso corporal e taxa de ganho.

A regressão entre a energia retida ($\text{kcal/kg}^{0,75} \cdot \text{d}$) e ganho de peso (kg/d) não é linear indicando que a composição do ganho muda conforme a taxa de ganho se altera (figura 2).

Figura 2. Energia retida ($\text{kcal/d.kgPV}^{0,75}$) em função da taxa de ganho de peso vazio (kg/d).

Picture 2. Retained Energy ($\text{kcal/d.kgPV}^{0,75}$) as a function of empty body weight gain (kg/d).

Nesta regressão foram utilizados dados de dois experimentos utilizando tourinhos da raça Santa Gertrudis alimentados com dietas de alta energia. Foram determinadas duas equações diferindo apenas na interseção da reta com o eixo Y no ponto zero, que representa acúmulo zero de energia com nenhum ganho de peso.

$$\text{Equação 1: } ER (\text{kcal/d.kg}^{0,75}) = 28,094 \text{ GPVz}^2 (\text{kg/d}) + 21,216 \text{ GPVz} (\text{kg/d}) + 6,0383 \quad r^2 = 0,80;$$

$$\text{Equação 2: } ER (\text{kcal/d.kg}^{0,75}) = 22,41 \text{ GPVz}^2 (\text{kg/d}) + 33,538 \text{ GPVz} (\text{kg/d}) \quad r^2 = 0,79.$$

Brody (1945) mostrou uma relação curvilínea entre energia retida e energia bruta consumida para ruminantes em crescimento ou engorda. Um constante incremento no consumo de energia diária pode resultar em pequenos progressivos aumentos na retenção de energia por dia. Isso ocorre porque a energia da dieta decresce quando o nível de consumo aumenta, principalmente pela aceleração da taxa de passagem (Araújo et al., 1998b).

Excesso de concentrado pode diminuir o consumo ou aumentar a possibilidade de distúrbios como acidose, reduzir a digestão do amido e dos carboidratos da parede celular, diminuindo a digestibilidade da ração como um todo e aumentando as perdas nas fezes (Geay, 1984).

O valor de exigência de energia para manutenção obtido (82,2 Kcal/kg PVz^{0,75}.d) foi elevado (7% acima do previsto no NRC, 1996) mas consistente com as condições do experimento: animais taurinos, inteiros, alimentados com dietas ricas em energia que iniciaram o confinamento

após longo período de suplementação com “creeper” e no próprio confinamento.

Segundo Ferrell et al. (1976) o tamanho dos órgãos internos (maiores em taurinos que em zebuínos) pode explicar em parte as variações nas exigências de energia líquida para manutenção entre diferentes grupos genéticos. Da mesma forma Smith & Baldwin (1974) sugeriram que as diferenças no tamanho relativo dos órgãos poderiam estar associadas às diferenças nas exigências de manutenção, demonstrando que fígado, coração, glândulas mamárias e tecidos do trato gastrintestinal estão entre os órgãos de maior atividade metabólica nos animais.

Ferreira et al. (2000) determinaram que os pesos do baço, fígado, rins, abomaso, intestino delgado, intestino grosso e gordura interna aumentaram e o conteúdo do trato gastrintestinal e o peso do omaso diminuíram linearmente com a inclusão de níveis crescentes de concentrado na dieta. Estes resultados foram muito semelhantes aos obtidos por Signoretti et al. (1999a).

Jorge et al. (1999) notaram redução de cerca de 20% nos pesos de fígado e componentes do trato gastrintestinal em zebuínos alimentados de forma restrita quando comparados à animais em regime *ad libitum*.

Araújo et al. (1998a) encontraram valores de $81,3 \text{ kcal/kg}^{0,75} \cdot \text{d}$ para exigência de energia líquida para manutenção; 3,46 Mcal de energia e 196g de proteína no quilo de ganho de peso vazio para tourinhos mestiços Holandês X Zebú de 300 kg. Em animais de mesma categoria e peso de raça pura Holandesa Signoretti et al. (1999b) obtiveram $110,46 \text{ kcal/kg}^{0,75} \cdot \text{d}$ para exigências de manutenção, 2,83 Mcal de energia e 183,2g de proteína para ganho de peso.

Tourinhos cruzados Simental X Nelore com 350 kg de peso vazio necessitam de 3,02 Mcal/dia para depositarem 1 kg de peso (Ferreira et al., 1998a). Paulino et al. (1999a,b) encontraram valores de 60,4 kcal/kg^{0,75}.d para exigência de energia líquida para manutenção; 4,34 Mcal de energia e 134g de proteína no quilo de ganho de peso vazio para zebuínos de 400 kg. Os resultados obtidos são muito próximos aos dados de literatura determinados em outros experimentos para animais e condições semelhantes aos utilizados neste trabalho.

Conclusões

Os valores de exigência de proteína e de energia líquida para crescimento (129,5 g/d de proteína e 3,64 Mcal/d de energia para ganho de 1kg de peso em animais de 300kg) determinados neste trabalho são muito próximos a dados obtidos por Backes et al. (1999) para novilhos da mesma espécie e a valores sugeridos pelo NRC (1996).

O NRC (1984) estimou os requerimentos de energia para ganho (Elg) com base no peso e ganho de peso diário. É preciso considerar que a taxa de ganho influencia a composição do ganho, acrescentando este aspecto à regressão do logaritmo do conteúdo corporal de energia em função do logaritmo do peso do corpo vazio para determinação das exigências nutricionais de energia para crescimento. Neste experimento foi possível determinar tal regressão ilustrando que a taxa de ganho influencia a composição deste ganho.

CONCLUSÕES GERAIS

O uso da silagem da planta de milho em relação ao bagaço de cana *in natura* aumentou o ganho de peso vazio, a taxa de deposição de energia, o peso vazio final e tendeu a aumentar o teor de lipídios no ganho. Estes efeitos demonstram um aumento na eficiência energética de ganho nas dietas com silagem de milho em relação ao bagaço.

A ensilagem do milho grão aumentou a taxa de deposição de energia e de lipídios, bem como tendeu a aumentar o teor de lipídios final e o teor de energia do ganho de peso. Os resultados são consistentes com os dados de desempenho (ver Henrique et al., 1999a).

O consumo de alimentos e o teor de energia no ganho observados foram superiores aos estimado pelo NRC (1996). Os resultados da simulação nas condições do experimento demonstraram algum problema na eficiência de utilização da dieta com bagaço de cana *in natura*, talvez função do nível de inclusão muito baixo (Bulle, 2000).

Verificamos redução no teor de energia líquida da dieta contendo bagaço de cana. Houve também uma tendência de aumento no teor de gordura final no corpo vazio dos animais que receberam silagem da planta de milho em relação àqueles que receberam bagaço de cana *in natura*, fato este que pode estar ligado ao maior ganho de peso e peso vazio final dos animais que receberam silagem da planta de milho.

Os valores de exigência de proteína e de energia líquida para crescimento (129,5 g/d de proteína e 3,64 Mcal/d de energia para ganho de 1kg de peso em animais de 300kg), determinados neste trabalho são muito próximos a dados obtidos por Backes et al. (1999) para novilhos da mesma espécie e a valores sugeridos pelo NRC (1996).

O NRC (1984) estimou os requerimentos de energia para ganho (Elg) com base no peso e ganho de peso diário. É preciso considerar que a taxa de ganho influencia a composição do ganho, acrescentando este aspecto à regressão do logaritmo do conteúdo corporal de energia em função do logaritmo do peso do corpo vazio para determinação das exigências nutricionais de energia para crescimento. Neste experimento foi possível determinar tal regressão ilustrando que a taxa de ganho influencia a composição deste ganho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. **The nutrient requirement of ruminant livestock**: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980, 351p.
- ARAÚJO, G.G.L. de, COELHO da SILVA, J.F., VALADARES FILHO, S.C., et al. Composição corporal e exigências líquidas de energia e proteína de bezerros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de volumoso. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.27, p. 1013-1022, 1998a.
- ARAÚJO, G.G.L. de, COELHO da SILVA, J.F., VALADARES FILHO, S.C., et al. Eficiência de utilização da energia metabolizável, para manutenção e ganho de peso e exigências de energia metabolizável e nutrientes digestíveis totais de bezerros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de volumoso. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.5, p.1031-1036, 1998b.
- ARAÚJO, G.L.A.; SILVA, J.F.C.; VALADARES FILHO, S.C.; et al. Ganho de peso, conversão alimentar e características da carcaça de bezerros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de volumoso. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.5, p.1006 – 1012, 1998c.
- BACKES, A.A.; SANCHES, L.M.B; PIRES,C.C. et al. Exigências de energia e proteína para ganho de peso de novilhos Santa Gertrudis. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECHNIA, 36, Porto Alegre, 1999. **Anais**. Porto Alegre:SBZ, 1999.
- BEAUCHEMIN, K.A.; McALLISTER, T.A.; DONG, Y.; et al. Effects of mastication on digestion of whole cereal grains by cattle. **Journal of Animal Science**, v.72, p.236, 1994.

- BELTRAME FILHO, J. A.; TEDESCHI, L.O.; CAPELARI, D.A. et al. Comparação entre dietas de custo mínimo e lucro máximo para ruminantes em diferentes cenários de produção. **Revista Scientia Agrícola**. 1998.
- BERNDT, A.; LANNA, D.P.D.; LEME, P.R. et al. Milho úmido, bagaço de cana e silagem de milho em dietas de alto concentrado 2. Composição corporal e taxas de deposição dos tecidos. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, Porto Alegre, 1999. **Anais**. Porto Alegre:SBZ, 1999.
- BOIN, C. Alguns dados sobre exigências de energia e de proteína de zebuínos. In: Simpósio Internacional sobre Exigências Nutricionais de Ruminantes. **Anais**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG. p. 457 – 465, 1995.
- BRODY, S. 1945. **Bioenergetics and Growth**. Reinhold, New York.
- BULLE, M.L.M. Desempenho, composição corporal e exigências líquidas de energia e proteína de tourinhos de dois tipos genéticos alimentados com dietas de alto teor de concentrado. Piracicaba, SP: ESALQ, 2000. 50p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, 2000.
- BURGI, R. Produção de bagaço de cana-de-açúcar auto hidrolisado e avaliação do seu valor nutritivo para ruminantes. Piracicaba, 1985. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, 1985.
- CASTRO, F.B.. Avaliação do processo de digestão do bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp. L) auto hidrolisado em bovinos. Piracicaba, 1989. 122p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, 1989.

- FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO da SILVA, J.F. et al. Consumo, conversão alimentar, ganho de peso e características da carcaça de bovinos F₁ Simental X Nelore. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.343 – 351, 1998a.
- FERREIRA, M.A., VALADARES FILHO, S.C., COELHO da SILVA, J.F., et al. Composição corporal e exigências líquidas de proteína e energia para ganho de peso de bovinos F₁ Simental X Nelore. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.352-360, 1998b.
- FERREIRA, M.A., VALADARES FILHO, S.C., COELHO da SILVA, J.F., et al. Eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso e exigências de energia metabolizável e nutrientes digestíveis totais de bovinos F₁ Simental X Nelore. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.368-373, 1998c.
- FERREIRA, M.A., VALADARES FILHO, S.C., MUNIZ, E.B., et al. Composição corporal e exigências líquidas de macroelementos minerais de bovinos F₁ Simental X Nelore. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.361-367, 1998d.
- FERREIRA, M.A., VALADARES FILHO, S.C., MUNIZ, E.B., et al. Características das carcaças, biometria do trato gastrintestinal, tamanho dos órgãos internos e conteúdo gastrintestinal de bovinos F₁ Simental X Nelore alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1174 – 1182, 2000.
- FERRELL, C.L. Energy Metabolism. **The Ruminant Animal, Digestive Physiology and Nutrition**. D.C. Church (Editor) Waveland Press Illinois. p.250 – 268, 1988.

- FERRELL, C.L.; GARRET, W.N.; HINMAN, N. et al. Energy utilization by pregnant heifers. **Journal of Animal Science**, v.42, n.4, p.937-950, 1976.
- FOX, D.G.; SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3578 – 3596, 1992.
- GEAY, Y. Energy and protein utilization in growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, n.3, p.766-778, 1984.
- GOODRICH, R. D.; BYERS F. M., MEISKE, J. C. Influence of Moisture Content, Processing and Recosntituition on the Fermentation of Corn Grain. **Journal of Animal Science**, v.41, n.3, p.876-881, 1975.
- HALE, W.H. Influence of processing on the utilization of grain (starch) by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.37, n.4, p.1075-1081, 1973.
- HANKINS, O. G.; HOWE, P.E. **Estimation of the composition of beef carcass and cuts**. Washington: USDA, 1946. 20p. (USDA Technical Bulletin, 926).
- HENRIQUE, W.; LEME, P.R.; LANNA, D.P.D. et al. Avaliação do milho úmido com bagaço de cana ou silagem de milho na engorda de bovinos. 1. Desempenho animal e características da carcaça. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre:SBZ, 1999a.
- HENRIQUE, W.; LEME, P.R.; LANNA, D.P.D. et al. Equações para estimativa da composição química corporal de bovinos Santa Gertrudis a partir do corte da 9-10-11ª costelas. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, Porto Alegre, 1999. **Anais**. Porto Alegre:SBZ, 1999b.

- HUNTINGTON, G. B. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. **Journal of Animal Science**, v.75, p.852-867, 1997.
- JORGE, A.M.; FONTES, C.C.C.; PAULINO, M.F. et al. Tamanho relativo dos órgãos internos de zebuínos sob alimentação restrita e ad libitum. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.374 – 380, 1999.
- JOSHI, A.L. et al. Sugar cane bagasse based feed for growing cross-bred cattle. **Indian Veterinary Journal**, v.56, p.53-56, 1979.
- KEARL, L.C. **Nutrient Requirements of Ruminants in Developing Countries**. International Feedstuffs Institute, Utah Agricultural Experiment Station, Utah State University, Logan, p 271, 1982.
- KRAMER, J., VOORSLUYS, J.L. Silagem de milho úmido, uma opção para gado leiteiro. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4., Piracicaba, 1991. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, p. 257-262. 1991.
- LADELY, S.R.; STOCK, R.A.; GOEDEKEN, F. K. et al. Effect of corn hybrid and grain processing method on rate of starch disappearance and performance of finishing cattle. **Journal of Animal Science J. Anim. Sci.** v.73, p.360-364, 1995.
- LANA, R.P.; FONTES, C.A.A.; PERON, A.J. et al. Composição corporal e do ganho de peso e exigências de energia, proteína e macroelementos minerais (Ca, P, Na e K) de novilhos de cinco grupos raciais. I. Conteúdo corporal e do ganho de peso em gordura, proteína e energia. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.3, p.518 – 527, 1992.

- LANNA, D.P.D. Estimativa da composição química do corpo vazio de tourinhos Nelore através da gravidade específica da carcaça e da composição de cortes das costelas. Piracicaba, 1988.131p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1988.
- LANNA, D.P.D. Fatores condicionantes e predisponentes da puberdade e da idade de abate. In: Simpósio sobre Pecuária de Corte,4, **Anais**. FEALQ, Piracicaba .p 41- 78, 1997a.
- LANNA, D.P.D.; BOIN, C.; ALLEONI, G.F. et al. Estimation of carcass and empty body composition of zebú bulls using the composition of rib cuts. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.52,n.1, p.189 – 197, 1995.
- LANNA, D.P.D.; LEME, P.R.; HENRIQUE, W.; BOIN, C. e ALLEONI, G.F. Substitution of starch for pectin for crossbred zebu bulls: metabolizable and net energy requirements and efficiency of energy utilization. **Journal of Animal Science**, v.75, n.1, p.274, 1997b.
- LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. **Growth of farm animals**. New York: CAB International. 1997. 330p.
- LEME, P.R.; LANNA, D.P.D.; HENRIQUE, W. et al. Substituição do milho pela polpa de citrus em dietas de bovinos confinados. II. Composição química corporal e taxas de deposição. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34,1997, Juiz de Fora. **Anais**. Juiz de Fora:SBZ, 1997.
- LOFGREEN,G.P.; GARRETT, W.N. 1968. A system for expressing energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.27, n.3, p.793 - 806.
- McALLISTER, T.A.; RODE, L.M.; MAJOR, D.J. et al. Effect of ruminal microbial colonization on cereal grain digestion. **Canadian Journal of Animal Science**, v.70, p.571, 1990.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirement of beef cattle**. 6 ed. Washington. 1984. 90p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirement of beef cattle**. 7 ed. Washington. 1996. 242p.
- OLTJEN, J.W., GARRETT, W.N. Effects of body weight, frame size and rate of gain on the composition of gain of beef steers. **Journal of Animal Science**, v.66, p.1732, 1980.
- ORSKOV, E.R. Starch digestion and utilization in ruminants. **Journal of Animal Science**. v.63, p.1624, 1986.
- OWENS, F.N.; SECRIST, D.S.; HILL, W.J. e GILL, D.R. The Effect of Grain Source and Grain Processing on Performance of Feedlot Cattle: A Review. **Journal of Animal Science** v.75, p.868-879, 1997.
- OWENS, F.N.; ZINN, R.A., KIM, Y.K. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1634-1648, 1986.
- PACOLA, L.R.; CAIELLI, E.L., MATTOS, J.C.A. Bagaço de cana-de-açúcar na engorda de bovinos confinados. **Boletim da Indústria Animal**, v.41, p.57-61, 1984.
- PACOLA, L.R.; RAZZOCK, A.G., LIMA, F.P. Aproveitamento do bagaço de cana-de-açúcar na engorda de bovinos confinados. **Boletim da Indústria Animal**, v.34, n.1, p.25-28, 1981.
- PAULINO, M.F., FONTES, C.A.A., JORGE, A.M., et al. Composição corporal e exigências de energia e proteína para ganho de peso de bovinos de quatro raças zebuínas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.627-633, 1999a.

- PAULINO, M.F., FONTES, C.A.A., JORGE, A.M., et al. Exigências de energia para manutenção de bovinos zebuínos não castrados em confinamento. . **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.621-626, 1999b.
- RANDEL, P. F. Ad libitum feeding of either a complete ration based on sugar cane bagasse or a conventional concentrates mixture to dairy cows. **Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, Rio Piedras, v.54, n.3, p.429-443, 1970.
- ROMAN-PONCE, H.; VAN HORN, H. H.; MARSHALL, S. P. et al. Complete rations for dairy cattle. V Interaction of sugarcane bagasse quantity and form with soybean meal, urea and starea. **Journal of Dairy Science**, v.58, n.9, p.1320-1327, 1975.
- SANTIAGO, A.A. **A Raça Santa Gertrudis**. Instituto de Zootecnia, São Paulo, 1974. 334p.
- SIGNORETTI,R.D., ARAÚJO, G.G.L., COELHO DA SILVA, J.F., et al. Características quantitativas das partes do corpo não integrantes da carcaça animal e desenvolvimento do trato gastrintestinal de bezerros da raça holandesa alimentados com dietas contendo quatro níveis de concentrado. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.4, p.875 – 882, 1999a.
- SIGNORETTI,R.D., COELHO DA SILVA, J.F., VALADARES FILHO,S.C., et al. Composição corporal e exigências líquidas de energia e proteína de bezerros da raça holandesa alimentados com dietas contendo diferentes níveis de volumoso. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.1, p.195-204, 1999b.

- SIGNORETTI, R.D., COELHO DA SILVA, J.F., VALADARES FILHO, S.C., et al. Eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso e exigências de energia metabolizável, nutrientes digestíveis totais e proteína metabolizável de bezerros da raça holandesa. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.1, p.214-221, 1999c.
- SIMAS, J.M. Processamento de grãos para rações de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL, 9., Piracicaba, 1996. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, p.7-32. 1996.
- SMITH, N.E., BALDWIN, R.L. Effects of breed, pregnancy and lactation on weight of organs and tissues in dairy cattle. **Journal of Animal Science**, v.57, n.9, p.1055-1060, 1974.
- STOCK, R.A.; BRINK, D.R.; BRANDT, R.T. et al. Feeding Combinations of High Moisture Corn and Dry Corn to Finishing Cattle. **Journal of Animal Science**, v.65, p.282-289, 1987.
- STOCK, R.A.; SINDT, M.H.; CLEALE, R.M. et al. High-moisture corn utilization in finishing cattle. **Journal of Animal Science**, v.69, n.4, p.1645-1656, 1991.
- STOCK, R. A.; SINDT, M.H.; PARROTT, J.C. et al. Effects of grain type, roughage level and monensin level on finishing cattle performance. **Journal of Animal Science**, v.68, n.10, p.3441-3445, 1990.
- SULLINS, R.D.; ROONEY, L.W. e RIGGS, J.K. Physical changes in the kernel during reconstitution of sorghum grain. **Cereal Chemistry**, v.48, p.567, 1971.
- THEURER, C.B.. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.63, p.1649-1662, 1986.

- THEURER, C.B. Steam-flaked grain for high producing dairy cows. Southwest Nutrient Manage Conference, **Proceedings**. Dep. Anim. Sci., Univ. Arizona, Tucson. 1992. p.64.
- THEURER, C.B.; HUBER, J.B. e CHEN, C.H. Update on grain processing research in lactating cows. Southwest Nutrient Manage Conference, **Proceedings**. Dep. Anim. Sci., Univ. Arizona, Tucson. 1993. p.70.
- THIAGO, L.R.L.S.; SILVA, J.M.; COSTA, F.P. et al. Engorda de novilhos em confinamento utilizando subprodutos de microdestilarias de álcool. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, XX., Pelotas, 1983. **Anais**. p.100.
- TONROY, B.R.; PERRY, T.W.; BEESON, W.M. Dry, ensiled high-moisture, ensiled reconstituted high-moisture and volatile fatty acid treated high moisture corn for growing-finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.39, n.5, p.931-936, 1974.
- WEBSTER, A.J.F. Bioenergetics, bioengineering and growth. **Animal Production**. v.48, p.249-269, 1989.
- WILKERSON, V. A.; GLENN, B.P. et al. Energy and Nitrogen Balance in Lactating Cows Fed Diets Containing Dry or High Moisture Corn in Either Rolled or Ground Form. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.10, p.2487-2496, 1997.
- YASSU, F. Santa Gertrudis Especial. **DBO Rural**, v.19, n.24, p.92–100, 2000.
- ZEGARRA, J.R. Perspectivas del aprovechamiento del bagazo de la caña de azúcar. Tecnología. México, **D. F. Boletim**, n.5, p.19, 1978.