**EFEITO DA FONTE DE FIBRA E DO PROCESSAMENTO FÍSICO DO SORGO
SOBRE O DESEMPENHO, DIGESTIBILIDADE E PARÂMETROS RUMINAIS DE
BOVINOS ALIMENTADOS COM RAÇÕES A BASE DE BAGAÇO TRATADO
SOB PRESSÃO DE VAPOR**

JOSÉ CARLOS O'FARRILL VANNINI HAUSKNECHT
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. CELSO BOIN

Dissertação apresentada à Escola Superior
de Agricultura "Luiz de Queiroz", da
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
Fevereiro - 1996

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

Hausknecht, José Carlos O'Farrill Vannini

Efeito da fonte de fibra e do processamento físico do sorgo sobre o desempenho, digestibilidade e parâmetros ruminais de bovinos alimentados com rações a base de bagaço tratado sob pressão de vapor / José Carlos O'Farrill Vannini Hausknecht. - - Piracicaba, 1996.

86p. : il.

Dissertação (mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1996.
Bibliografia.

1. Bagaço de cana-de-açúcar para bovino - Tratamento 2. Bovino - Alimentação
3. Bovino - Digestibilidade 4. Sorgo - Processamento - Efeito 1. Título

CDD 636.2084

**EFEITO DA FONTE DE FIBRA E DO PROCESSAMENTO FÍSICO DO SORGO
SOBRE O DESEMPENHO, DIGESTIBILIDADE E PARÂMETROS RUMINAIS
DE BOVINOS ALIMENTADOS COM RAÇÕES A BASE DE BAGAÇO
TRATADO SOB PRESSÃO DE VAPOR**

JOSÉ CARLOS O'FARRILL VANNINI HAUSKNECHT

Aprovada em 15.04.1996

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Celso Boin

ESALQ/USP

Prof. Dr. Sila Carneiro da Silva

ESALQ/USP

Dr. Paulo Roberto Leme

IZ/NOVA ODESSA

Prof. Dr. CELSO BOIN

Orientador

À minha mãe SONIA, que sempre me
apoiou e incentivou nos estudos e nos
diversos desafios da vida,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Dr. Celso Boin, pela orientação, incentivo e pelos conhecimentos passados durante a condução e elaboração do trabalho.
- Aos colegas Josivaldo Prudêncio de Moraes, Marco Antonio Alvares Balsalobre e Luciano Calegaro Nussio, pela amizade, companheirismo e colaboração na realização do trabalho.
- Ao Prof. Dr. Sila Carneiro da Silva, pelas sugestões para a análise estatística dos dados.
- Ao colega Luís Orlindo Tedesco, pelo auxílio na realização das análises estatística dos dados.
- À Carlos Cesar Alves, pela amizade e colaboração nas análises bromatológicas.
- Ao vários grupos de estagiários, pela amizade e colaboração, que tornaram possível a realização do trabalho.
- A Cia. Açucareira Vale do Rosário, Orlândia, SP, pelo fornecimento dos alimentos utilizados no trabalho.
- Ao CNPQ pela concessão de bolsa de estudos durante parte do curso de pós-graduação.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	VI
LISTA DE TABELAS.....	VII
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....	X
RESUMO.....	XI
SUMMARY.....	XIV
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. A utilização do bagaço de cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes.....	3
2.2. O processamento de grãos e sua utilização na alimentação de ruminantes.....	9
2.3. Hipóteses de trabalho.....	13
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1. FASE I - Ensaio de alimentação.....	14
3.1.1. Dietas experimentais.....	15
3.1.2. Condução do experimento.....	18
3.1.2.1. Período pré-experimental.....	18
3.1.2.2. Período experimental.....	19
3.1.2.3. Coleta de dados.....	20
3.1.2.4. Determinações de laboratório.....	20
3.1.2.5. Delineamento experimental.....	21
3.2. FASE II - Ensaio de digestibilidade.....	22
3.2.1. Dietas experimentais.....	23
3.2.2. Condução do experimento.....	24
3.2.2.1. Período pré-experimental.....	24
3.2.2.2. Período experimental.....	24
3.2.2.3. Coleta de dados.....	25
3.2.2.4. Determinações de laboratório.....	25
3.2.2.5. Delineamento experimental.....	26
3.3. FASE III - Avaliação da fermentação ruminal.....	27

3.3.1. Dietas experimentais.....	27
3.3.2. Condução do experimento.....	29
3.3.2.1. Período pré-experimental.....	29
3.3.2.2. Período experimental.....	30
3.3.2.3. Coleta de fluido ruminal para determinação de AGV, N-NH ₃ e pH.....	30
3.3.2.4. Determinações de laboratório.....	32
3.3.2.5. Delineamento experimental.....	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
4.1. FASE I - Ensaio de alimentação.....	35
4.1.1. Composição químico-bromatológica das dietas experimentais.....	35
4.1.2. Resultados de desempenho.....	38
4.2. FASE II - Ensaio de digestibilidade <i>in vivo</i>	48
4.2.1. Composição químico-bromatológica das dietas experimentais.....	48
4.2.2. Resultados do ensaio de digestibilidade	49
4.3. FASE III - Ensaio de avaliação dos parâmetros ruminais	53
4.3.1. Composição das dietas experimentais	53
4.3.2. Efeitos no pH ruminal	54
4.3.3. Concentração de nitrogênio amoniacal	58
4.3.4. Concentração de ácidos graxos voláteis	60
5. CONCLUSÕES.....	74
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1 - Variação diária do pH ruminal em função das dietas experimentais.....	64
Figura 2 - Variação diária do pH ruminal em função da presença de fibra nas dietas.....	65
Figura 3 - Variação diária da concentração de N-NH ₃ (mg/100ml) em função das dietas experimentais...	66
Figura 4 - Variação diária da concentração ruminal de AGV em função das dietas experimentais... ..	67
Figura 5 - Variação diária da porcentagem molar de C2 em função das dietas experimentais.....	68
Figura 6 - Variação diária da porcentagem molar de C3 em função das dietas experimentais.....	69
Figura 7 - Variação diária da porcentagem molar de C4 em função das dietas experimentais.....	70
Figura 8 - Variação diária da relação molar C2/C3 em função das dietas experimentais.....	71
Figura 9 - Variação diária da relação molar C2/C3 em função da presença de fibra nas dietas.....	72

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. - Composição químico-bromatológica do BIN e do BTPV.....	5
Tabela 2. - Proporção dos componentes das dietas experimentais.....	15
Tabela 3. - Proporção dos componentes do suplemento mineral.....	16
Tabela 4 - Proporção dos componentes das dietas experimentais.....	27
Tabela 5 - Composição químico bromatológica dos componentes das dietas experimentais.....	35
Tabela 6 - Composição químico-bromatológica das dietas experimentais.....	36
Tabela 7 - Efeito das dietas sobre o consumo, ganho de peso e conversão alimentar durante o ensaio de alimentação.....	37
Tabela 8 - Efeito do período de confinamento sobre o consumo, ganho de peso e conversão alimentar durante o ensaio de alimentação.....	41

Tabela 9 - Efeito do processamento do sorgo e da fonte de fibra íntegra sobre o consumo de matéria seca (kg MS/dia), durante o ensaio de alimentação.....	43
Tabela 10 - Efeito do processamento do sorgo e da fonte de fibra íntegra sobre o consumo de matéria seca (% PV), durante o ensaio de alimentação.....	43
Tabela 11 - Efeito do processamento do sorgo e da fonte de fibra íntegra sobre o consumo de matéria seca (g MS/kg PV ^{0,75}), durante o ensaio de alimentação.....	44
Tabela 12 - Efeito do processamento do sorgo e da fonte de fibra íntegra sobre o ganho de peso (g / dia), durante o ensaio de alimentação.....	46
Tabela 13 - Efeito do processamento do sorgo e da fonte de fibra íntegra sobre a conversão alimentar(kg MS/kg Ganho), durante o ensaio de alimentação.....	46
Tabela 14 - Composição químico-bromatológica das dietas experimentais.....	47

Tabela 15 - Efeito das dietas experimentais sobre a digestibilidade dos componentes da matéria seca, estimada por coleta total de fezes.....	48
Tabela 16 - Composição químico-bromatológica das dietas experimentais.....	53
Tabela 17 - Resultados médios diários de pH encontrados nos diferentes tratamentos.....	53
Tabela 18 - Resultados médios diários de N-NH ₃ encontrados nos diferentes tratamentos.....	57
Tabela 19 - Resultados médios das concentrações de ácidos graxos voláteis encontrados nos diferentes tratamentos (mmoles/100ml).....	60
Tabela 20 - Resultados médios da porcentagem e relação molar de ácidos graxos voláteis encontrados nos diferentes tratamentos (mmoles/100ml).....	61

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

- BTPV - bagaço de cana-de-açúcar tratado sob pressão de vapor
- CANA - cana-de-açúcar picada
- BIN - bagaço de cana-de-açúcar *in natura*
- FDA - fibra em detergente ácido
- FDN - fibra em detergente neutro
- N-FDN - nitrogenio insolúvel em detergente neutro
- N-FDA - nitrogenio insolúvel em detergente ácido
- LIG - lignina
- N-SOL - nitrogenio solúvel
- NNP - nitrogenio não proteico
- NDT - nutrientes digestíveis totais
- PB -proteína bruta
- EE- extrato etéreo
- MS - matéria seca
- MO - matéria orgânica
- CMS - consumo em kg de MS/dia
- CPV - consumo em porcentagem do peso vivo
- CPM - consumo em g de MS por kg de peso metabólico
- GPV - ganho de peso vivo diário
- CA - conversão alimentar
- N-NH₃ - nitrogenio amoniacal
- C2 - ácido acético
- C3 -ácido propiônico
- C4 -ácido butírico
- AGV - total de ácidos graxos
- C2/C3 - relação molar entre C2 e C3

“EFEITO DA FONTE DE FIBRA ÍNTEGRA E DO
PROCESSAMENTO FÍSICO DO SORGO SOBRE O
DESEMPENHO, DIGESTIBILIDADE E PARÂMETROS
RUMINAIS DE BOVINOS ALIMENTADOS COM RAÇÕES A
BASE DE BAGAÇO TRATADO SOB PRESSÃO DE VAPOR”

Autor: José Carlos O’Farrill Vannini Hausknecht

Orientador: Prof. Dr. Celso Boin

RESUMO

O experimento foi desenvolvido para avaliar o efeito do processo de laminação do sorgo e de diferentes fontes de fibra íntegra em dietas à base de bagaço tratado sob pressão de vapor (BTPV) na digestibilidade *in vivo* em bovinos, no desempenho de bovinos confinados e sobre os parâmetros ruminais em vacas fistuladas submetidas a estas dietas.

No ensaio de alimentação conduzido durante 112 dias foram utilizados 60 animais, sendo 25 machos nelore, 5 machos canchim e mestiços, 15 fêmeas nelore e 15 fêmeas canchim e mestiças com peso vivo inicial de 203, 207, 269 e 221 kg, respectivamente.

No ensaio de digestibilidade *in vivo* foram utilizados 20 machos nelore de 332 kg de peso vivo médio, num período de coleta total de fezes de 7 dias. As dietas testadas nos dois ensaios continham apenas BTPV ou BTPV mais cana-de-

açúcar picada (CANA) ou bagaço *in natura* (BIN) como fonte fibra íntegra na proporção de 8 % da MS total da dieta, e sorgo laminado (SL) ou sorgo moído (SM) no concentrado.

As dietas utilizadas foram T1 (BTPV+BIN+SL), T2 (BTPV+CANA+SL), T3 (BTPV+BIN+SM), T4 (BTPV+CANA+SM) e T5 (BTPV+SL). As dietas continham 15% de proteína bruta (PB). O delineamento experimental utilizado para o ensaio de desempenho foi em blocos casualizados. As médias para os parâmetros consumo de MS em g/kg PV^{0,75} (CPM), ganho de peso vivo (GPV, kg/dia) e conversão alimentar (CA) foram, respectivamente: T1 (101,8; 0,92 e 9,51), T2 (110,7; 1,06 e 7,78), T3 (103,1; 0,90 e 9,02), T4 (111,3; 1,10 e 7,37) e T5 (94,6; 0,92 e 7,67). A inclusão da fibra aumentou CPM, sendo o efeito da CANA, maior que o do BIN (T2 e T4 > T1 e T3 > T5, P<0,05). A dieta T4 teve GPV superior às dietas T1, T3 e T5 (P=0,07). A dieta T4 teve CA melhor que a dieta T1 (P<0,05). A análise de contrastes entre as dietas com CANA (T2 e T4) e as com BIN (T1 e T3) mostrou que as dietas com CANA tiveram melhor desempenho (P<0,05) em todos os parâmetros analisados. A análise de contrastes entre as dietas com SL e as com SM não mostraram diferenças significativas para nenhum dos parâmetros avaliados.

O delineamento estatístico utilizado no ensaio de digestibilidade *in vivo* o inteiramente casualizado. Não houve efeito do tipo de fibra ou concentrado (P>0,05) sobre as digestibilidades da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, fibra insolúvel em detergente neutro, fibra insolúvel em detergente ácido e extrato etéreo. As diferenças observadas para a digestibilidade da proteína bruta parecem

estar mais associadas a diferenças nos teores de PB observados nas dietas do que ao tipo de fibra ou concentrado. A inclusão da CANA aumentou o consumo de matéria seca ($\text{g/kg PV}^{0,75}$) ($T2$ e $T4 > T1$ e $T5$; $T2 > T1, T3$ e $T5$; $P < 0,05$).

No ensaio de avaliação dos parâmetros ruminais, foram utilizadas 4 vacas dotadas de cânulas ruminais e submetidas a um delineamento fatorial com 2 volumosos e 2 concentrados arranjados em um quadrado latino 4 X 4. As dietas continham apenas BTPV ou BTPV mais CANA como volumoso e SM ou SL como concentrado. As dietas eram isoproteicas (15% de PB) e isoenergéticas (64% de NDT).

Foi verificado efeito significativo ($P < 0,05$) da inclusão da CANA como fonte de fibra íntegra em aumentar o pH, a porcentagem molar de ácido acético e a relação molar entre os ácidos acético e propiônico, e em diminuir a porcentagem molar de ácido propiônico. A utilização do SL não provocou alteração nos parâmetros testados ($P > 0,05$). Não houve efeito dos tratamentos sobre o nível de N-NH_3 no rúmen.

“THE EFFECT OF SOURCE OF EFFECTIVE FIBER AND
SORGHUM GRAIN PROCESSING ON PERFORMANCE,
DIGESTIBILITY AND RUMINAL PARAMETERS OF
BOVINES RECEIVING DIETS BASED ON STEAM-TREATED
SUGAR CANE BAGASSE”

Author: José Carlos O’Farrill Vannini Hausknecht

Adviser: Prof. Dr. Celso Boin

SUMMARY

The experiment was developed to evaluate the effect of sorghum grain processing and the inclusion of an effective fiber source in diets based on steam treated sugar cane bagasse (STCB), on bovine *in vivo* digestibility, on the performance of feedlot cattle and on the ruminal parameters of fistulated cows.

The feedlot trial was conducted during 112 days, with 60 animals. The group of animals was composed by 25 nelore (*Bos indicus*) males, 5 charolais-nelore crossbreds males, 15 nelore females and 15 charolais-nelore crossbred females with an average initial body weight of 203, 207, 269 and 221 kg, respectively.

The digestibility trial used 20 nelore males with an average body weight of 332 kg, the total collection of feces was made during 7 days. Data were analyzed according to a completely randomized design. The diets tested on both trials

were composed by STCB alone or either sugar cane (SC) or raw bagasse (RB) as fiber sources (8% total DM basis of the diets) in the forage component of the diet and grinded sorghum (GS) or steam rolled sorghum (SS) in the concentrate component.

Experimental diets consisted of T1 (STCB+RB+SS), T2 (STCB+SC+SS), T3 (STCB+RB+GS), T4 (STCB+SC+SS) e T5 (STCB+SS). The diets had 15% of crude protein (CP). The experimental design utilized was the completely randomized blocks. During the performance trial dry matter intake (DMI, g/kg LW^{0,75}), body weight gain (BWG, kg/day) and feed conversion (FC) were, respectively: T1 (101,8; 0,92 and 9,51), T2 (110,7; 1,06 and 7,78), T3 (103,1; 0,90 and 9,02), T4 (111,3; 1,10 and 7,37) e T5 (94,6; 0,92 and 7,67). Inclusion of effective fiber increased DMI, and the effect of SC was higher than RB (T2 and T4 > T1 and T3 > T5, $P < 0,05$). Diet T4 had higher BWG than diets T1, T3 and T5 ($P < 0,05$). Diet T4 had better FC than diet T1 ($P < 0,05$). The contrast analyses between the diets with SC (T2 and T4) and the diets with RB (T1 e T3) showed that the ones with SC had better performance ($P < 0,05$) regarding all parameters analyzed. The contrast analyses between the diets with SS and the ones with GS showed no significant differences between them for all parameters analyzed.

On the digestibility trial there was no significant differences for the digestibility of dry matter, organic matter, neutral detergent fiber, acid detergent fiber or ether extract between treatments. Differences on digestibility of crude protein seemed to be more related to differences on the crude protein content of the diets than the effect of type of fiber

or concentrate in the diets. Inclusion of SC increased DMI ($\text{g/kg LW}^{0,75}$) ($T2$ and $T4 > T1$ and $T5$; $T2 > T1, T3$ and $T5$; $P < 0,05$).

Four fistulated cows were utilized in the ruminal parameters trial. The experimental diets consisted of STCB or STCB plus SC as forage sources and SS or GS as concentrates. The diets had the same crude protein (15% CP) and energy (64% of total digestible nutrients) levels.

The inclusion of SC as a effective fiber source increased pH, acetic acid percentage and the relation between acetic to propionic acid ratio, and decreased propionic acid percentage ($P < 0,05$). There was no differences ($P > 0,05$) between treatments for the N-NH_3 concentrations. Utilization of SS or GS did not modify the ruminal parameters tested ($P > 0,05$).

1.INTRODUÇÃO

O tratamento do bagaço de cana com pressão e vapor aumenta sua digestibilidade tornando-o um volumoso mais adequado para a alimentação de ruminantes. Dietas com o BTPV como principal volumoso caracterizam-se por propiciarem um ambiente ruminal desfavorável à digestão da fibra devido à elevada velocidade de passagem deste alimento pelo rúmen e os baixos valores de pH observados no fluido ruminal (MATTOS,1987).

A utilização de modificadores ruminais como os tamponantes e ionóforos podem alterar de maneira positiva o ambiente ruminal favorecendo a utilização do BTPV pelos animais(NUSSIO,1993). Outra maneira de melhorar o ambiente ruminal seria a utilização de uma fonte de fibra íntegra junto com o BTPV com o objetivo de provocar um maior estímulo à ruminação e, com isto, uma maior produção de saliva e um melhor tamponamento do rúmen. A inclusão do bagaço "in natura" (BIN) como fonte de fibra íntegra em dietas à base de BTPV já vem sendo bastante comum em confinamentos comerciais, mas existem algumas evidências de que a inclusão da cana-de-açúcar picada em dietas de BTPV possa promover aumentos no consumo e desempenho dos animais. A comparação entre as dietas de BTPV como volumoso exclusivo ou em conjunto com o BIN ou a cana picada permitirá uma melhor avaliação da utilização do BTPV como volumoso para a alimentação animal .

O sorgo pode ser utilizado como concentrado energético em dietas de confinamento, mas como seu amido é pouco degradável, seu valor nutritivo é prejudicado. Os efeitos do processamento dos grãos sobre o desempenho dos ruminantes são bastante variáveis e não existe, ainda, um consenso sobre o tipo e intensidade de processamento que propiciaria um melhor desempenho animal pois as respostas dos animais ao processamento variam muito e dependem do tipo de animal, da dieta e do manejo de alimentação utilizado.

O processo de laminação à vapor aumenta a degradabilidade do amido do grão no rúmen e no intestino delgado, o que pode melhorar sua utilização pelo animal, mas, por outro lado, pode provocar um maior abaixamento do pH ruminal. Este fator é mais crítico em dietas ricas em grãos e talvez possa ter algum efeito, também, em dietas que proporcionem um baixo tamponamento ruminal, como é o caso das dietas à base de BTPV. Mesmo assim, tem-se obtido bons resultados com a utilização de grãos processados, mesmo em dietas com elevada porcentagem de grãos, mostrando que talvez possa ser interessante sua utilização em dietas de BTPV, principalmente se, nestas dietas, existir uma fonte de fibra que melhore as condições do rúmen.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A utilização do bagaço de cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes

O estímulo à produção de álcool por agroindústrias, associado à tradicional produção de açúcar, em nosso país, elevou rapidamente a disponibilidade de vários subprodutos associados à industrialização da cana, tais como levedura, vinhaça, torta de filtro, ponta de cana-de-açúcar e o bagaço. Destes subprodutos o que é gerado em maior quantidade é o bagaço de cana-de-açúcar (MATTOS, 1987).

Para cada tonelada de cana moída produz-se cerca de 250 kg de bagaço, sendo que 15 a 20% deste material não é utilizado no processo de geração de energia dentro da usina, resultando em uma sobra de aproximadamente 35 a 50 kg de bagaço por tonelada de cana moída (BURGI, 1985).

O bagaço "in natura" (BIN) é resultante da extração máxima do caldo da cana-de-açúcar, que consiste do conteúdo celular rico em açúcares solúveis. Portanto, o BIN caracteriza-se por ser um alimento rico em constituintes da parede celular, com baixa digestibilidade, baixa densidade, pobre em proteínas e minerais, apresentando, portanto, sérias limitações quanto ao seu uso na alimentação animal (SILVA, 1991).

Como consequência de sua composição química, a digestibilidade do bagaço é bastante baixa (25 a 35%) e, associada a sua baixa densidade (150 kg/m²), que limita seu consumo, leva o bagaço *in natura* (BIN) a apresentar um baixo valor alimentar (NUSSIO, 1993).

Diversos métodos de tratamento são utilizados para melhorar o valor nutritivo de resíduos fibrosos. Os métodos mais utilizados são os tratamentos químicos com hidróxido de sódio ou amônia e físicos com pressão e vapor. Estes métodos visam aumentar a degradação de compostos celulósicos pelos microorganismos do rúmen (MATTOS, 1987).

Nos países onde o tratamento de resíduos é feito na propriedade rural, predomina a utilização dos tratamentos químicos que requerem baixo investimento em instalações. Mas nas nossas condições onde o bagaço é produzido em usinas e destilarias, que já possuem uma estrutura de geração de vapor, a introdução de uma tecnologia para tratamento do bagaço de cana sob pressão e vapor torna-se um processo de maximização do uso da infra-estrutura já existente (CASTRO, 1989).

O tratamento do bagaço com pressão de vapor provoca a hidrólise das ligações da hemicelulose liberando as moléculas de açúcares que a constituem, e tornando, estes açúcares prontamente disponíveis para os microorganismos do rúmen, além disso, o tratamento modifica a estrutura física das fibras tornando-as mais suscetíveis à ação dos microorganismos (BURGI, 1985). Com isto, ocorre uma melhora na digestibilidade do bagaço.

As composições do BIN e do BTPV são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica do BIN e do BTPV.

COMPONENTE	BIN ¹	BIN ²	BTPV ¹	BTPV ²
Matéria seca	55,4	48,3	39,6	40,3
Proteína bruta	1,11	1,86	1,23	1,67
Fibra bruta	28,9	45,1	27,9	34,5
Extrato etéreo	0,27	2,26	5,72	4,9
Matéria mineral	3,34	2,73	3,50	4,8
Extrato Não Nitrogenado	66,4	48,1	61,7	54,3
Fibra em Detergente Neutro	93,1	85,2	58,6	58,1
Fibra em Detergente Ácido	65,5	66,3	57,6	62,7

¹CASTRO (1989); ²BURGI (1985).

Os resultados de BURGI (1985), mostram que, nas condições de tratamento testadas, quanto maior a pressão utilizada, menor foi o tempo necessário para se obter um determinado acréscimo de digestibilidade. As condições de tratamento que estão sendo utilizadas em escala industrial são de uma pressão 16 a 19 kgf/cm² durante um período de 4 a 6 minutos, com a temperatura atingindo 200 a 220°C (MATTOS, 1987). MELLO JR & MATTOS (1987) submeteram o BIN ao tratamento de 17 kgf/cm² e observaram um incremento de 15 a 20 pontos percentuais na digestibilidade *in vitro*.

BURGI (1985) verificou um aumento na digestibilidade *in vitro* do bagaço de 33,3 para 64,8% com o tratamento, e CASTRO (1989) variando as condições de pressão e tempo de tratamento obteve valores de digestibilidade *in situ* para o bagaço tratado de 55,4 até 68,9% tendo observado uma tendência de melhores valores para as pressões 17 e 19 kgf/cm². Não se detectou diferença significativa (P>0,05) para tempo de tratamento dentro de cada pressão avaliada.

Dados de pesquisa (BURGI, 1985; BERCHIELLI et al., 1989; LACORTE, 1987; LANNA & BOIN, 1989; SANTOS, 1991) mostram que resultados satisfatórios de desempenho animal podem ser obtidos com rações onde o BTPV representa 50 a 60% da matéria seca. Um aspecto que chama a atenção nestes trabalhos é o alto consumo de matéria seca obtido nas dietas à base de BTPV.

O tratamento com pressão e vapor altera a estrutura física do bagaço, reduzindo seu tamanho de partícula o que pode aumentar sua taxa de passagem pelo rúmen estimulando um maior consumo (SANTOS, 1991).

O trabalho de CASTRO (1989) mostrou que a taxa de passagem ruminal do BTPV era maior que a do BIN mas que a taxa de passagem pós-rúmen era inferior para o BTPV. O autor sugere que apesar da maior taxa de passagem ruminal do BTPV prejudicar a digestão da sua fibra a nível de rúmen, as dietas de BTPV poderiam melhorar a utilização do concentrado da dieta, pois aumentaria seu tempo de permanência no intestino do animal favorecendo sua digestão neste local.

Além das altas taxas de passagem ruminal, uma outra característica das dietas de BTPV é propiciar um baixo pH no rúmen, que poderia ser causado pelo elevado teor de carboidratos solúveis, pela acidez do BTPV (BURGI, 1989) e/ou pelo seu pequeno tamanho de partícula que não estimularia a atividade ruminativa do animal (CASTRO, 1989), características estas prejudiciais à degradação da fração fibrosa destas dietas.

Vários estudos foram realizados com o intuito de melhorar o ambiente ruminal de dietas de BTPV. Nestes estudos foram utilizados tamponantes como o bicarbonato de sódio (LANNA & BOIN, 1988) e o calcário calcítico tipo "filler" (NUSSIO et al, 1991), ionóforos como a lasalocida

sódica (FRANCISCO JR & MACHADO, 1992) ou associações de tamponantes e ionóforos (SILVA, 1990; SANTOS, 1991).

LANNA & BOIN (1988) estudaram a substituição de feno por bicarbonato de sódio e ou BIN em rações à base de BTPV e observaram uma correlação negativa entre a conversão alimentar e o pH fecal ($r^2 = -0,5$). Os autores consideraram que os elevados níveis de consumo (2,8% PV), o baixo pH e a baixa atividade de ruminação, poderiam indicar que o pH ruminal seria o fator limitante em dietas onde o BTPV era o principal volumoso. A adição de 1,1% de NaHCO_3 em associação ao BIN, promoveu maior consumo, maior GPV e melhor CA.

A utilização de tamponantes e ionóforos foram testadas por SILVA (1990) visando proporcionar uma melhora nas condições fermentativas do rúmen. O autor avaliou o efeito da adição de 1,0% de NaHCO_3 e ou de 22ppm de lasalocida sódica em dietas contendo 55 a 60% de BTPV fornecidas a vacas fistuladas. Os valores de pH ruminal mostraram-se acima de 6,0 para todos os tratamentos não havendo efeito significativo ($P > 0,05$) em relação à adição de 5% de BIN na MS total da dieta, nem da adição da lasalocida ou do NaHCO_3 , o autor justificou que os elevados níveis de pH encontrados nos tratamentos deveram-se à presença de calcário calcítico tipo "filler", como fonte de cálcio nas dietas, que teria agido como alcalinizante e elevado o pH mesmo nos tratamentos sem os aditivos testados.

Para verificar este efeito do calcário calcítico (CC) tipo "filler" e do NaHCO_3 em dietas contendo BTPV, NUSSIO et al. (1991) testaram os níveis de 1 e 2% de CC e de 1% de CC com 0,5% de NaHCO_3 durante os 42 ou 84 dias iniciais de um confinamento de 126 dias. Os resultados mostraram que as dietas contendo 2% de CC na MS apresentaram maior GPV ($P > 0,05$) e que a adição de NaHCO_3 , em dietas contendo CC,

não promoveu efeito positivo sobre o desempenho de bovinos confinados.

Com o intuito de testar vários níveis de lasalocida sódica (0, 0,21 e 0,42 g), FRANCISCO JR & MACHADO (1992), utilizaram vacas fistuladas que recebiam dietas com 35% de BTPV. O aumento do nível de lasalocida na dieta diminuiu o nível de N-NH₃, aumentou o pH, aumentou a produção de ácido propiônico, tendeu a diminuir a produção dos ácidos acético e butírico e manteve inalterada ($P > 0,05$) a degradação *in situ* da MS.

GUTMANIS (1990) trabalhou com dietas em que o BTPV substituiu a cana-de-açúcar como volumoso em dietas com 50% de volumoso. Os níveis de cana/BTPV utilizados foram 50/0; 40/10; 30/20; 20/30; e 10/40, o GPV foi superior para as dietas 40/10; 30/20 e 20/30 em relação à dieta 50/0; a CA foi melhor para as dietas 40/10 e 30/20 e o consumo apresentou uma tendência a se elevar conforme o nível de BTPV aumentava na dieta.

O efeito da inclusão de NaHCO₃, da lasalocida sódica e da cana-de-açúcar em dietas contendo BTPV, no desempenho de bovinos nelore em confinamento, foi estudado por SANTOS (1991). As dietas continham 50 a 60% de BTPV na MS e testou-se a adição de 10% de cana na MS da dieta como fonte de fibra íntegra, o que provocou um aumento no consumo ($P < 0,05$). A inclusão de lasalocida reduziu o consumo ($P < 0,05$) sem afetar o GPV. Verificou-se também, que a associação de NaHCO₃ com a lasalocida reduziu o consumo ($P < 0,05$) e tendeu a melhorar o GPV e a CA.

2.2. O processamento de grãos e sua utilização na alimentação de ruminantes

Os grãos de milho e sorgo são os principais componentes dos concentrados utilizados na moderna pecuária, representando cerca de 30 a 40% da matéria seca consumida ou 50 a 60% dos concentrados. A procura por melhores índices de produtividade e o aumento na disponibilidade destes alimentos, levam a uma maior utilização de grãos na composição das dietas, e a necessidade de se obter a melhor eficiência possível na sua utilização tem levado à procura de alguns tipos de processamento que melhorem o aproveitamento do amido presente nos grãos dos cereais (MELLO JR, 1988).

O amido é um glucano composto por dois principais tipos de polissacarídeos, a amilose e a amilopectina. A amilose é um polímero linear de unidades de D-glucose ligadas por ligações α -1,4. A amilopectina é um polímero muito maior e mais ramificado que a amilose e é o componente mais abundante dos amidos comuns. Suas cadeias lineares de D-glucose ligadas por α -1,4 têm pontos de ramificação com ligações α -1,6 a cada 20 a 25 resíduos de glucose. A estrutura resultante, apesar de ligada a uma árvore de ramificações casualizadas, possui uma alta organização. A amilose e a amilopectina se encontram unidas por pontes de hidrogênio que conferem aos grânulos de amido regiões bem organizadas (cristalinas), que são resistentes a infiltração de água e também regiões não organizadas (amorfas) onde a água infiltra com facilidade (ROONEY & PFLUGFELDER, 1986).

HERRERA-SALDANA et al. (1990) compararam 5 cereais quanto à suas taxas de fermentação e verificaram que do que tinha taxa maior de fermentação para o com taxa

menor, a ordem obtida foi aveia, trigo, cevada, milho e sorgo.

Devido a sua estrutura cristalina e ao envolvimento dos grânulos por uma matriz proteica, os grãos de milho e, em maior intensidade, os de sorgo, têm uma degradação mais lenta, o que pode provocar seu menor aproveitamento pelo animal (OWENS et alii, 1986).

McALLISTER et al. (1992) estudaram o efeito da matriz proteica na digestão do milho e da cevada e verificaram que enquanto a digestão, tanto de partículas grandes quanto pequenas, do grão da cevada foi superior ao do milho, a digestão de grânulos isolados de amido destes dois cereais não foi diferente, e que a pré-incubação das partículas com protease elevou a digestão do amido do milho a valores muito próximos aos da cevada.

Segundo ORSKOV (1986), devido a sua baixa taxa de degradação ruminal, mais de 40% do amido do milho, pode, em alguns casos, escapar à fermentação ruminal. Este mesmo autor diz que na fermentação do amido ocorrem, inevitavelmente, perdas por produção de calor e metano, correspondendo de 12 a 20% da energia ingerida. Portanto, teoricamente, seria desejável estimular o escape do amido da fermentação no rúmen, desde que houvesse capacidade suficiente de digestão deste amido nos intestinos.

O processamento dos grãos visa a otimização da utilização do amido. Os processamentos físicos como a trituração, moagem ou laminação a seco rompem a cutícula que envolve os grãos e aumentam sua superfície exposta, mas normalmente têm pouco efeito sobre a matriz proteica que envolve o grânulo de amido ou sobre a sua solubilidade (MELLO JR, 1988). A utilização mais completa do amido requer um maior grau de rompimento do grânulo do que ocorre normalmente no processamento físico. Isto pode ser

obtido através do processamento à vapor adequado (ZINN, 1992).

A aplicação de calor e umidade ao grão provocam a hidratação e gelatinização das estruturas amorfas e cristalinas dos grânulos de amido. Estas alterações aumentam a digestão amilolítica pelos microorganismos ruminais e pelas enzimas pancreáticas (NOCEK & TAMMINGA, 1991).

O processamento dos grãos deve ser utilizado para maximizar a eficiência de utilização da dieta como um todo e não somente do grão. O tipo de processamento indicado para maximizar sua utilização varia de acordo com o tipo de cereal e com a proporção de grãos na dieta (BOIN, 1992).

O processamento do grão, assim como o tipo de dieta e o manejo da alimentação influenciam o local de digestão e a quantidade de amido dos grãos que será digerido (ORSKOV, 1986). Segundo este mesmo autor, uma maior proporção do amido escapa à degradação no rúmen se a dieta for composta com forragem, mas como a quantidade de amido destas dietas é menor, a quantidade de amido total que passa para o intestino é pequena e a capacidade de digestão de amido pelo intestino não é ultrapassada.

A maioria dos métodos de processamento aumentam a digestão ruminal de amido e, também, aumentam a digestibilidade do amido que passa para o intestino (OWENS et alii, 1986).

Após reverem diversos trabalhos de pesquisa, NOCEK & TAMMINGA (1991) concluíram que: a) o processamento e estratégias de manejo influenciam grandemente o local de digestão do amido; b) parece não haver limitações à digestão intestinal do amido, mas a eficiência da digestão diminui com o aumento na liberação de amido no intestino; c) estudos de produção não produziram evidências claras de que a digestão pós-ruminal do amido aumentam a produção ou alteram a composição do leite. No

entanto, existem evidências de que o amido digerido pós-rúminamente é mais eficientemente utilizado para a síntese de leite que o digerido no rúmen.

Assim os autores acham desejável que haja a digestão da maior proporção possível do amido presente no grão e que de preferência uma maior quantidade do amido seja digerida no intestino pois sua eficiência de utilização neste local é maior.

ALLEN et al. (1995) verificaram aumento na produção de leite, digestibilidade da matéria seca, amido e FDN, da floculação em relação à laminação do milho e do sorgo em vacas em lactação recebendo 40% destes grãos na matéria seca das dietas.

MOORE et al. (1992) também verificaram aumentos na produção de leite quando o sorgo foi floculado à vapor à uma densidade de 0,40 kg/l em relação ao sorgo laminado à seco, mas quando o sorgo foi floculado a uma densidade de 0,27 kg/l houve queda no consumo, na produção e na % de gordura no leite. A inclusão de bicarbonato de sódio não melhorou estes efeitos.

Dietas com altas taxas de fermentação no rúmen podem diminuir a ingestão de matéria seca e o desempenho de vacas no início de lactação (MUIRHEAD, 1995).

OLIVEIRA et al. (1995) não encontraram diferenças no consumo e produção de leite em vacas recebendo dietas com milho laminado à vapor, sorgo laminado à seco, sorgo floculado à vapor ou uma mistura de sorgo laminado à seco com sorgo laminado à vapor constituindo 43% da matéria seca das dietas. Foi verificado aumento na digestibilidade do amido no rúmen de 60 para 81% e nos intestinos de 63 para 83%, do sorgo laminado para o sorgo floculado, respectivamente.

POORE et al. (1993) testaram a influência do sorgo laminado à seco ou do sorgo floculado à vapor sobre a

digestão da fibra (FDN) de dietas com alfafa ou palha de milho e não verificaram efeito do processamento sobre a digestão do FDN, mas houve aumento na digestão do amido no trato digestivo total de 80 para 97% do sorgo floculado à vapor em relação ao sorgo laminado à seco. A produção de leite, a eficiência e persistência da produção aumentaram com o aumento da degradabilidade ruminal do amido provocada pela floculação do sorgo.

Os efeitos do consumo (à vontade ou 70% do consumo à vontade) e do processamento do milho (inteiro ou laminado em novilhos confinados com dietas exclusivas de concentrados, foram testados por MURPHY et al. (1994). Os autores verificaram que o pH após a alimentação foi inferior para as dietas com milho laminado não havendo efeito da redução de consumo sobre este parâmetro. Os níveis de glucose e insulina no sangue não foram afetados pelo consumo nem pelo processamento testados.

2.3. Hipóteses de trabalho

a) A cana-de-açúcar picada é uma melhor fonte de fibra íntegra do que o BIN, em dietas de BTPV, pois proporciona maior consumo e, conseqüentemente, melhor desempenho dos animais.

b) O processamento por laminação à vapor do sorgo melhora a eficiência de utilização das dietas de BTPV.

c) Provavelmente exista uma interação positiva entre o processamento do sorgo por laminação à vapor e a inclusão de uma fonte de fibra íntegra na dieta.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho constou da realização de 3 fases experimentais: Fase I - ensaio de alimentação; Fase II - ensaio de digestibilidade *in vivo*; Fase III - ensaio de avaliação da fermentação ruminal.

3.1. Fase I - Ensaio de alimentação

O ensaio foi realizado na unidade de confinamento de bovinos do Departamento de Zootecnia da ESALQ-USP em Piracicaba-SP. Teve início em 05 de outubro de 1992 e se estendeu até 25 de fevereiro de 1993, com um período experimental de 112 dias.

Foram utilizadas 20 baias de 28 m² com piso de concreto e cocho coberto. Utilizou-se 60 animais, sendo 25 machos nelore, 15 fêmeas nelore, 5 machos canchim e mestiços e 15 fêmeas canchim e mestiças com peso vivo médio inicial de 203 kg, 207 kg, 269kg e 221 kg, respectivamente.

3.1.1 Dietas experimentais

O trabalho foi desenvolvido com cinco dietas à base de BTPV (bagaço de cana tratado sob pressão de vapor). As dietas continham BIN (bagaço de cana *in natura*) ou cana-de-açúcar inteira (com ponta e palha) picada (CANA) como fontes de fibra íntegra ou não possuíam nenhuma fonte de fibra íntegra, e continham grão de sorgo moído ou laminado a vapor (tabela 2).

Tabela 2. - Proporção dos componentes das dietas experimentais.*

COMPONENTES	T1	T2	T3	T4	T5
BTPV	43,4	43,4	43,4	43,4	51,4
BIN	8,0	----	8,0	----	----
CANA	----	8,0	----	8,0	----
SORGO MOÍDO	----	----	16,2	16,2	----
SORGO LAMINADO	16,2	16,2	----	----	16,2
FARELO ALGODÃO	15,3	15,3	15,3	15,3	15,3
LEVEDURA	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0
URÉIA	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
MINERAL	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
CALCÁREO	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

* Os alimentos concentrados foram agrupados em dois concentrados compostos: C1 com sorgo laminado e C2 com sorgo moído.

As dietas foram formuladas de maneira a possuírem o mesmo teor de proteína e as substituições de BIN pela cana picada e do sorgo moído pelo sorgo laminado se deram na mesma porcentagem da matéria seca da dieta total.

As dietas diferiam no seu conteúdo energético pois o BIN tem um valor energético inferior ao BTPV e à cana picada.

Na formulação das dietas foram adicionados a lasalocida sódica e 1,0% de calcário calcítico tipo "filler" com o objetivo de propiciar um ambiente ruminal mais apropriado. Foi adicionada também uma fonte de vitamina A (tabela 3).

Tabela 3. - Proporção dos componentes do suplemento mineral

FONTE	QUANTIDADE
CALCÁREO CALCÍTICO	28,29 %
ENXOFRE ELEMENTAR	0,83 %
CLORETO DE SÓDIO	70,46 %
SULFATO DE COBALTO	0,0034 %
IODATO DE POTÁSSIO	0,0023 %
SELENITO DE SÓDIO	0,0011 %
ROVIMIX A 500 *	0,0122 %
TAUROTEC **	0,41 %

* ROVIMIX A 500 - Produto comercializado pela Roche do Brasil com 500.000 unidades de vitamina A por grama.

** TAUROTEC - Produto comercializado pela Roche do Brasil com 15% de lasalocida sódica.

O BTPV utilizado no experimento foi fornecido pela Cia Açucareira Vale do Rosário (Orlândia - SP), onde foi tratado a uma pressão de vapor de 17 kgf/cm² durante 6 a 7 minutos. Após seu tratamento o BTPV foi transportado para a ESALQ, em Piracicaba, onde foi acondicionado em silos trincheira e de superfície, sendo compactado e coberto com lona plástica até sua utilização.

O BIN também foi fornecido pela Cia. Açucareira Vale do Rosário, e foi armazenado nas mesmas condições que o BTPV até seu fornecimento aos animais.

A cana-de-açúcar utilizada no experimento foi fornecida pelo Departamento de Zootecnia Setor de Ruminantes da ESALQ. A cana foi cortada no campo a cada 2 ou 3 dias e trazida para um galpão coberto onde era picada em picador estacionário tipo martelo de acordo com a necessidade diária dos animais. A cana não picada, no dia de seu corte no campo, era armazenada inteira por um período não superior a 3 dias até ser picada e fornecida aos animais.

3.1.2. Condução do experimento

3.1.2.1. Período pré-experimental

Após a desmama os animais foram mantidos em regime de pasto durante aproximadamente 70 dias, quando foram confinados com uma dieta de BTPV, BIN e concentrado por 30 dias até o início do período de adaptação.

O período de adaptação teve início em 28 de setembro de 1992 quando os animais foram pesados, com jejum prévio de 20 horas, e receberam o vermífugo Ripercol (levamisole), na dosagem de 1ml para cada 20 Kg de peso vivo. Foram estabelecidos grupos de 3 animais segundo critério de sexo e raça para distribuição entre blocos diferentes e peso inicial dentro de cada bloco. Procurou-se local os animais, dentro de cada bloco, de maneira que as baias tivessem um peso médio o mais semelhante possível.

O período de adaptação teve duração de 7 dias, durante os quais os animais receberam as mesmas dietas do período experimental. Apesar das dietas terem sido formuladas para atender às exigências, um suplemento mineral comercial ficou disponível aos animais à vontade em cochos separados.

3.1.2.2. Período experimental

Este período teve duração de 112 dias, sendo composto por 4 sub-períodos de 28 dias cada.

A alimentação foi fornecida aos animais uma vez ao dia, sob forma de ração completa, por volta das 18:00 horas. Antes do fornecimento da ração, fazia-se a coleta e pesagem das sobras de cada baia. Em seguida os componentes das dietas eram pesados de acordo com o consumo apresentado no dia anterior, e colocados nos cochos, onde eram homogeneizados com o auxílio de enxadas e pás.

3.1.2.3. Coleta de dados

Os animais foram pesados em balança aferida a cada 28 dias mantendo jejum prévio, de alimento e água, de aproximadamente 20 horas.

O BTPV, o BIN, a cana e os concentrados foram pesados diariamente antes do fornecimento, e os volumosos foram amostrados semanalmente para avaliação da matéria seca e ajuste da sua proporção nas dietas.

As sobras de alimentos foram pesadas diariamente para a avaliação da ingestão e ajuste do fornecimento, além disso foram feitas amostras semanais para determinação da MS.

Os concentrados foram preparados em batidas de 500 Kg de onde eram coletadas as amostras para análise bromatológica.

As amostras semanais de alimentos e sobras foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer para análise posterior.

3.1.2.4. Determinações em laboratório

As amostras coletadas foram descongeladas à sombra e foram analisados os teores de matéria seca em estufa, extrato etéreo e matéria mineral segundo os métodos da A.O.A.C. (1980). As análises de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina em ácido

sulfúrico (LIG) e nitrogênio em FDN e FDA foram realizadas segundo metodologia de GOERING e VAN SOEST (1970), modificada por VAN SOEST et al. (1991). O teor de nitrogênio solúvel (N-SOL) foi determinado segundo KRISHNAMOORTHY et al., (1982) e o teor de nitrogênio não proteico (NNP) segundo ALVES & ROSSI (1995). As análises foram realizadas no Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia da ESALQ.

3.1.2.5. Delineamento experimental

O delineamento estatístico empregado foi o de blocos casualizados com repetições no tempo, constando de 4 blocos, 5 dietas e 4 sub-períodos. Ao todo, no ensaio teve-se 20 baias com 3 animais cada, num total de 60 animais, agrupados dentro dos blocos, por homogeneidade, de tal maneira que formou-se 4 blocos de 3 animais por baia, sendo que no primeiro bloco colocou-se 3 machos nelore, no segundo 1 macho canchim ou mestiço e 2 machos nelore, no terceiro 3 fêmeas nelore, e no quarto 3 fêmeas canchim ou mestiças por baia.

As variáveis analisadas foram : consumo diário de MS, consumo de MS em porcentagem do peso vivo, consumo de MS em peso metabólico, ganho de peso vivo diário e conversão alimentar levando-se em conta, para efeito de análise estatística, o valor médio obtido em cada baia.

A análise estatística dos dados foi feita através do procedimento "GLM" de análise de variância do programa

estatístico “SAS” (1988), através do qual foram avaliados os efeitos de dieta através da comparação de médias pelo teste “PDIFF”. O efeito da dieta sobre os parâmetros avaliados, foi testado contra o resíduo A.

O esquema de análise de variância proposto foi o seguinte:

CAUSA DA VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE
BLOCO (B)	3
DIETA (D)	4
RESÍDUO A	12
SUB-PERÍODO (P)	3
D x P	12
RESÍDUO B	45
TOTAL	79

3.2. Fase II - Ensaio de digestibilidade

O ensaio de digestibilidade teve como objetivo verificar a influência dos tratamentos sobre a digestão dos alimentos das dietas. Para a execução do ensaio optou-se pelo fornecimento de uma quantidade controlada de alimento objetivando-se evitar a ocorrência de sobras no cocho e seleção por parte dos animais (SHNEIDER & FLATT, 1975).

Para tanto o ajuste da quantidade do alimento foi feito diariamente, de acordo com o consumo apresentado pelo animal durante o decorrer do período de alimentação imediatamente anterior. Esta metodologia foi adotada a fim de representar os padrões de consumo voluntário dos animais durante o ensaio de alimentação e evitar qualquer superestimativa da digestibilidade dos nutrientes que pudesse ocorrer em virtude de um consumo restrito (LASCANO, 1990).

O ensaio de digestibilidade *in vivo* foi conduzido na mesma unidade experimental de confinamento utilizada durante o ensaio de alimentação.

O ensaio teve 7 dias de adaptação e 7 dias de coleta. Os animais utilizados foram 20 machos nelore previamente utilizados no ensaio de alimentação, com peso inicial de 329,1 kg. Colocou-se um animal por baia para a coleta de fezes individualizada. Foram utilizadas as mesmas dietas do ensaio de alimentação.

3.2.1 Dietas experimentais

As dietas experimentais tiveram composição idêntica as dietas do ensaio de alimentação.

3.2.2. Condução do experimento

3.2.2.1. Período pré-experimental

Após o término do período de alimentação no dia 25 de fevereiro de 1993 foram selecionados 20 machos nelore que foram realocados nas baias anteriormente utilizadas mantendo-os em suas respectivas dietas experimentais.

Os animais foram mantidos por um período de 7 dias em que procurou-se determinar o consumo de matéria seca efetivo de cada animal.

3.2.2.2. Período experimental

Este período teve duração de 7 dias.

O fornecimento de alimento foi feito de forma a não ocorrerem sobras. O alimento fornecido foi pesado diariamente fornecendo-se somente a quantidade de alimento consumido no dia anterior e aumentando a quantidade fornecida desde que não fossem produzidas sobras. Desta maneira as sobras, quando ocorreram, foram em pequenas quantidades, que foram misturadas ao próximo fornecimento de alimento.

3.2.2.3. Coleta de dados

Durante os 7 dias do período experimental, a coleta de fezes dos animais foi realizada logo após sua excreção, tentando-se com isto, evitar o seu pisoteio, a contaminação com urina ou que fossem molhadas pela chuva. Para tanto manteve-se 2 pessoas treinadas, durante 24 horas por dia, que observavam os animais nas baias e faziam a coleta.

As fezes coletadas durante cada período de 24 horas foram armazenadas em um saco plástico grande, onde era feita sua homogeneização e posteriormente retirada uma amostra proporcional à quantidade excretada pelo animal naquele dia. As amostras foram armazenadas em congelador para posteriormente serem agrupadas no fim do período de coleta.

Foram feitas coletas diárias dos componentes das dietas. Após o fim do período de coleta os animais foram pesados.

3.2.2.4. Determinações de laboratório

As amostras de alimentos foram descongeladas à sombra e analisadas da mesma maneira que as do ensaio de alimentação.

As fezes foram descongeladas da mesma forma e as amostras diárias foram agrupadas e homogeneizadas para cada animal, obtendo-se uma amostra composta por animal para todo o período de coleta.

Nas amostras de fezes foram realizadas as mesmas análises das amostras de alimento.

3.2.2.5 Delineamento experimental

O delineamento estatístico empregado foi o inteiramente casualizado. Foram utilizadas 20 baias com 1 macho nelore por baia. A análise estatística dos dados seguiu o procedimento “GLM” e a comparação de médias foi realizada pelo teste “PDIFF” do programa estatístico “SAS”.

As variáveis analisadas foram: digestibilidade da MS, MO, EE, FDN e FDA, e consumo de matéria seca (kg/cabeça.dia), consumo em porcentagem do peso vivo, consumo em peso metabólico (g MS/kg PV^{0,75}).

O esquema de análise de variância proposto foi o seguinte:

CAUSA DA VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE
DIETA	4
RESÍDUO	15
TOTAL	19

3.3. Fase III - Ensaio de avaliação da fermentação ruminal

Esta fase foi conduzida no estábulo experimental do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP, que consiste basicamente em um conjunto de baias, cochos e bebedouros individualizados.

Foram utilizados no ensaio, 4 vacas adultas sem raça definida, providas de cânulas ruminais, com peso vivo variando de 494 a 635 kg.

3.3.1 Dietas experimentais

Os tratamentos consistiram de 4 dietas a base de BTPV como volumoso principal. As dietas foram formuladas para se avaliar a presença ou ausência de uma fonte de fibra íntegra (cana de açúcar picada) e a utilização de sorgo moído ou laminado no concentrado. As dietas foram formuladas para serem isoproteicas e isoenergéticas (tabela 4). As dietas continham lasalocida sódica e calcáreo tipo "filler" com o objetivo de propiciar um ambiente ruminal mais apropriado, e uma fonte de vitamina A para suprir possíveis deficiências deste nutriente na alimentação.

Tabela 4 - Proporção dos componentes das dietas experimentais*.

COMPONENTES	T1	T2	T3	T4
BTPV	51,4	43,4	51,4	43,4
CANA	----	8,0	----	8,0
SORGO MOÍDO	----	----	16,2	16,2
SORGO LAMINADO	16,2	16,2	----	----
FARELO ALGODÃO	15,3	15,3	15,3	15,3
LEVEDURA	13,0	13,0	13,0	13,0
URÉIA	0,50	0,50	0,50	0,50
MINERAL	2,60	2,60	2,60	2,60
CALCÁREO	1,00	1,00	1,00	1,00

* Os alimentos concentrados foram agrupados em dois concentrados compostos: C1 com sorgo laminado e C2 com sorgo moído.

O suplemento mineral utilizado foi o mesmo do ensaio de alimentação.

3.3.2. Condução do experimento

3.3.2.1. Período pré-experimental

Os animais utilizados pertenciam ao sistema de produção de leite do Departamento de Zootecnia da ESALQ e se encontravam, antes do início do ensaio, em regime de pastejo de capim elefante.

Os animais foram pesados e locados em suas respectivas baias onde permaneceram durante um período de adaptação de 14 dias, recebendo as respectivas dietas experimentais.

3.3.2.2. Período experimental

Este período teve duração de 84 dias divididos em 4 sub-períodos de 21 dias cada. Nos primeiros 14 dias de cada sub-período, foi feita a adaptação dos animais às dietas, cada animal recebendo uma dieta diferente. No décimo quinto dia foram realizadas as coletas de fluido ruminal para análise dos parâmetros ruminais. Em seguida os animais descansaram por 1 dia e, do décimo sexto ao vigésimo primeiro dia, foram realizadas as coletas de conteúdo ruminal para a determinação das taxas de passagem do BTPV. Após cada sub-período a ordem dos animais foi mudada de acordo com o rodízio estabelecido pelo delineamento experimental adotado.

As dietas foram fornecidas 2 vezes ao dia, às 7:00 e 18:00 horas, para evitar grandes variações diárias de consumo. Os componentes da dieta a serem fornecidos foram pesados diariamente pela manhã, sendo metade fornecida em cada horário de alimentação.

3.3.2.3. Coleta de fluido ruminal para determinação de AGV, N-NH₃ e pH

Esta etapa teve duração de 1 dia, quando coletou-se amostras de fluido ruminal em diferentes tempos após o fornecimento das dietas. Os horários de coleta utilizados

foram 0,1,2,4,8,11 horas. A coleta no tempo 0 foi realizada antes do fornecimento das dietas aos animais.

As amostras de conteúdo ruminal foram filtradas em quatro camadas de tecido de algodão obtendo-se, aproximadamente, 300 ml de filtrado. Destes, foram retiradas 3 alíquotas. Uma primeira alíquota de 50 ml foi transferida para um becker para determinação de pH. A segunda alíquota, de 30 ml, foi transferida para tubo de centrífuga, já imerso em gelo para inibir o processo fermentativo e, posteriormente, centrifugada a 5.000 g durante 20 minutos. Duas alíquotas do sobrenadante, de 2 ml cada, foram transferidas para frascos de vidro de 5,0 ml e após a adição de 0,4 ml de ácido fórmico por frasco, foram armazenadas em congelador para posterior determinação de AGV. A terceira alíquota, de 4 ml, foi transferida para tubo de centrífuga contendo 2 ml de solução de tungstato de sódio a 10 %, adicionando-se, então, 2 ml de solução de ácido sulfúrico gelado 1,7 N. Após centrifugação a 5.000 g por 20 minutos, o sobrenadante foi transferido em duplicata para frascos de 5 ml e armazenado em congelador para posterior avaliação do N-NH₃.

3.3.2.3. Determinações de laboratório

As análises dos alimentos utilizados foram realizadas da mesma forma que nos ensaios de alimentação e digestibilidade.

As análises de pH foram determinadas em um potenciômetro digital da marca Digimed, modelo TE - 902.

As determinações de AGV foram feitas por cromatografia gasosa utilizando-se coluna de vidro de 4 pés de comprimento por 1/8 polegada de diâmetro, empacotada com carbopack e a leitura feita com detetor de ionização de chama.

Utilizou-se nitrogênio como gás de arraste, na vazão de 30 ml por minuto; oxigênio como comburente na vazão de 400 ml por minuto; e hidrogênio como combustível na vazão de 40 ml/ minuto. Trabalhou-se com o vaporizador a temperatura de 195 graus Celcius, a coluna de separação à 120 graus Celcius e o detetor à 205 graus Celcius.

Foi utilizado 1 microlitro de amostra para cada determinação, e foram realizadas repetições em cada amostra até que a diferença entre duas leituras fosse inferior a 5 %. Utilizou-se uma solução padrão contendo concentrações de AGV semelhantes às das amostras, que foi injetada a cada 10 determinações sucessivas para evitar distorções em função de contaminações na coluna.

A partir das concentrações molares individuais dos AGV, obtidas na leitura do cromatógrafo, foi possível calcular a concentração total de AGV, a porcentagem molar

de cada AGV e a relação molar entre o ácido propiônico e os ácidos acético e butírico.

As determinações de N-NH₃ foram efetuadas segundo o método de CHANEY & MARBACH (1962), que utiliza o princípio colorimétrico. As leituras de absorbância foram realizadas em espectrofotômetro Coleman modelo 295 da Coleman Instruments Division. Os valores de absorbância foram transformados em quantidade de N-NH₃ através de regressão obtida a partir de soluções padrão.

3.1.2.5. Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi o Quadrado Latino em parcelas subdivididas no tempo (4 x 4). A análise estatística dos dados foi realizada através do procedimento GLM de análise de variância do programa estatístico "SAS" (1988). Os dados foram testados pela análise de "medidas repetidas no tempo", onde foi verificada a não correlação entre os dados entre horários de coleta. Isto permitiu a análise univariada para a comparação de médias. Foi avaliado o efeito da dieta, animal e sub-período para as parcelas e o efeito do horário de coleta para as sub-parcelas. As variáveis avaliadas foram: pH, AGV e N-NH₃ no rúmen. O quadro geral da análise de variância foi a seguinte:

CAUSA DA VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE
ANIMAL	3
SUB-PERÍODO	3
DIETA (D)	3
RESÍDUO A	6
PARCELAS	15
HORÁRIO (H)	5
D X H	15
RESÍDUO B	60
SUB-PARCELAS	95

As comparações de médias, para todas as variáveis, foram realizadas através do teste “PDIFF” ao nível de 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Fase I - Ensaio de alimentação

4.1.1. Composição químico-bromatológica das dietas experimentais.

Na tabela 5 é apresentada a composição química dos concentrados e volumosos das dietas experimentais utilizados para a avaliação do desempenho dos animais em confinamento.

As composições do BIN, do BTPV e da cana estão de acordo com os padrões normalmente encontrados na literatura, apenas valor de NDT para o BIN parece ter sido superestimado se verificarmos que os valores de digestibilidade deste alimento, na literatura estão por volta de 35% (BURGI, 1985 ; MELLO JR., 1987).

Os concentrados C1 e C2 contém os outros componentes das dietas (farelo de algodão, levedura, uréia, minerais e sorgo) sendo o C1 com sorgo laminado e o C2 com sorgo moído.

Tabela 5 - Composição químico-bromatológica dos componentes das dietas experimentais, em porcentagem da matéria seca total.

COMPONENTES					
	C1 ¹	C2 ²	BTPV	BIN	CANA
MS	89.8	89.2	51.3	59.3	28.2
CINZA	10.2	9.24	5.39	3.48	3.44
PB	29.4	29.7	1.36	1.50	1.76
FDN	16.5	16.3	55.5	92.0	57.2
FDA	11.2	10.8	52.7	64.1	36.3
LIG	4.03	3.92	9.86	11.6	6.92
EE	1.30	1.36	0.44	0.39	0.57
N-SOL ³	3.84	3.73	0.00	0.00	0.00
NNP ³	0.07	0.08	0.00	0.00	0.00
N-FDN ³	1.30	1.37	0.00	0.00	0.00
N-FDA ³	0.31	0.29	0.00	0.00	0.00
NDT ⁴	73.2	74.7	54.3	42.1	59.7

¹ mistura de concentrados com sorgo laminado.

² mistura de concentrados com sorgo moído.

³ N-SOL=nitrogênio solúvel; NNP=nitrogênio não proteico; N-FDN=nitrogênio na fibra insolúvel em detergente neutro; N-FDA=nitrogênio na fibra insolúvel em detergente ácido.

⁴ Valor de nutrientes digestíveis totais, estimado segundo equação de regressão de WEISS (1993).

A partir destes resultados e da proporção dos ingredientes nas dietas, foram calculadas as composições das dietas experimentais, que estão apresentadas na tabela 6.

Tabela 6 - Composição químico-bromatológica das dietas experimentais, em porcentagem da matéria seca total.

DIETA	T1 ¹	T2 ¹	T3 ¹	T4 ¹	T5 ¹
MS	70.6	68.1	70.4	67.9	70.0
CINZA	7.59	7.59	7.11	7.10	7.74
PB	15.0	15.0	15.1	15.1	15.0
FDN	39.4	36.7	39.4	36.6	36.5
FDA	33.4	31.2	33.3	31.0	32.5
LIG	7.16	6.79	7.11	6.74	7.03
EE	0.85	0.87	0.89	0.90	0.86
N-SOL ²	1.87	1.87	1.81	1.81	1.87
NNP ²	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
N-FDN ²	0.63	0.63	0.66	0.66	0.63
N-FDA ²	0.15	0.15	0.14	0.14	0.15
NDT	62.5	63.9	63.2	64.6	63.5

¹ T1= BTPV+BIN+C1; T2= BTPV+CANA+C1; T3= BTPV+BIN+C2; T4= BTPV+CANA+C2; T5= BTPV+C1.

² N-SOL=nitrogênio solúvel; NNP=nitrogênio não proteico; N-FDN=nitrogênio na fibra insolúvel em detergente neutro; N-FDA=nitrogênio na fibra insolúvel em detergente ácido.

Observa-se que as dietas eram isoproteicas (15 % de PB) e que houve uma variação no teor de NDT de 62,51 a 64,61 %. Isto ocorreu devido à substituição do BIN pela cana na mesma proporção da MS na dieta e a uma pequena variação na composição bromatológica dos concentrados, que levou o concentrado com sorgo moído a ter um maior valor estimado de NDT.

4.1.2. Resultados de desempenho

Os resultados médios de desempenho dos animais estão apresentados na tabela 7.

Tabela 7 - Efeito das dietas sobre o consumo, ganho de peso e conversão alimentar durante o ensaio de alimentação.

DIETA	T1 ¹	T2 ¹	T3 ¹	T4 ¹	T5 ¹	CV%
CMS ²	6,83 ^b	7,48 ^a	6,79 ^b	7,66 ^a	6,23 ^c	5,34
CPV ²	2,52 ^{bc}	2,72 ^a	2,57 ^{ab}	2,72 ^a	2,35 ^c	9,84
CPM ²	101,8 ^b	110,6 ^a	103,1 ^b	111,3 ^a	94,6 ^c	7,62
GPV ²	0,922 ^{bc}	1,060 ^{ab}	0,899 ^c	1,099 ^a	0,920 ^{bc}	21,6
CA ²	9,51 ^a	7,78 ^{ab}	9,02 ^{ab}	7,37 ^b	7,67 ^{ab}	35,1

¹ Ver tabela 6.

² CMS= consumo em kg MS/dia; CPV= consumo em porcentagem do peso vivo; CPM= consumo em g MS/kg PV^{0.75}; GPV= ganho de peso em kg/dia; CA= conversão alimentar kg MS/kg de ganho.

³ Médias com letras diferentes na mesma linha diferem entre si (P<0,05).

Os resultados da análise estatística do consumo em kg de MS/dia (CMS), consumo em porcentagem do peso vivo (CPV) e consumo em gramas de MS por kg de peso metabólico (CPM) são bem homogêneos em termos de diferenças entre tratamentos. Optou-se pela avaliação dos dados em termos de

CPM por permitir uma melhor comparação entre animais de pesos diferentes.

Os níveis de CPM no experimento, de 94,54 a 111,26, são valores elevados e que estão de acordo com outros trabalhos com BTPV (NUSSIO, 1993; LANNA & BOIN, 1988), mas são inferiores aos resultados obtidos por SANTOS (1991) que variaram de 129,1 a 139,7. Este autor supôs que o fato do BTPV ter sido armazenado por um longo período, no seu ensaio, tenha proporcionado estes níveis consumo.

Os elevados níveis de consumo encontrados em animais recebendo dietas com BTPV, se devem, de acordo com os resultados obtidos por CASTRO (1989), às elevadas taxas de passagem deste alimento pelo rúmen. O tratamento sob pressão de vapor reduz o tamanho de partículas do bagaço, aumentando sua friabilidade e densidade (BURGI, 1985) e favorecendo sua passagem pelo rúmen.

O tratamento sem fonte de fibra íntegra (T5) apresentou níveis de CMS e CPM inferiores aos demais tratamentos ($P < 0,05$), não sendo inferior somente ao T1 para CMS ($P > 0,05$). Estes resultados não estão de acordo com a característica do BTPV de ter altas taxas de passagem ruminal (CASTRO, 1989).

GUTMANIS (1990) observou que, conforme se aumentava a proporção de BTPV (10, 20, 30 e 40% da MS) em uma dieta básica de CANA com 50 % de volumoso total, havia um aumento no CMS e CPV. No entanto, este aumento atingiu um máximo na dieta com 30% de BTPV (20% de CANA), estabilizando-se, neste nível de consumo, na ração com 40% de BTPV. Baseando-nos na equação quadrática para CPV em função do nível de BTPV na dieta, desenvolvida pela

autora a partir dos dados obtidos no experimento. Apesar de não ser recomendada a extrapolação de dados fora da faixa em que a equação foi desenvolvida, pode-se calcular o consumo para uma proporção de BTPV de 50% na MS. Verifica-se que o CPV estimado desta maneira sofre uma diminuição com o aumento do nível de BTPV acima de 30% da dieta ou de 60% do volumoso. Este menor consumo pode evidenciar a necessidade de um teor mínimo de fibra efetiva na dieta (equivalente a 10 a 20% de CANA), para que o BTPV exerça sua característica de estimular o consumo.

Esta suposição estaria de acordo com os resultados obtidos no presente trabalho e com os resultados obtidos por SANTOS (1990), no qual as dietas de BTPV com e sem CANA apresentaram CPM de 139,7 e 130,0 g MS/kg de peso metabólico, respectivamente.

No entanto, BURGI & REIS (1994) não observaram diferenças de GPV, CA e CMS entre dietas com BTPV ureado como volumoso exclusivo em comparação com dietas de BTPV com BIN ou CANA como fonte de fibra. Isto pode ter ocorrido devido ao efeito tamponante da uréia ou a modificações na estrutura física do BTPV ureado como relatado por BURGI (comunicação pessoal).

Os baixos valores de pH encontrados em dietas exclusivas de BTPV e a ausência de estímulo à ruminação e ao peristaltismo intestinal pela fibra da dieta (CASTRO, 1989), podem explicar a inibição do consumo nestas dietas.

VARGA et al (1984), não verificaram diferenças no consumo de vacas leiteiras recebendo dietas de alto e baixo "enchimento" (fill). Os autores atribuíram os resultados aos baixos valores de pH observados, assim como, a outros

mecanismos fisiológicos como a maior produção de AGV na dieta de baixo enchimento, como possíveis responsáveis pelos resultados observados. Os trabalhos de ROBINSON & McQUEEN (1992), MILLER et al. (1990) e FENG et al (1993), com dietas de alto e baixo enchimento, não mostraram efeito deste parâmetro no consumo de MS em vacas em lactação.

Os níveis de GPV observados na tabela 7, de, aproximadamente, 0,90 a 1,10 kg/dia, são elevados, principalmente se for levado em conta a pouca idade dos animais e que 50% destes eram fêmeas. Os resultados são inferiores aos obtidos por SANTOS (1990), de 1,20 kg/dia, mas neste experimento foram utilizados animais mais velhos e pesados. BURGI (1990), citado por NUSSIO (1993), relatou que em confinamentos comerciais com BTPV o GPV médio era de 0,83 kg/dia.

O CPV e o CPM apresentaram uma tendência de queda com o aumento no tempo de confinamento (tabela 8). Este fato poderia ser explicado por um aumento na condição corporal dos animais (FOX et alii, 1992).

O CPM e CPV foram prejudicados no quarto sub-período (P4), no qual parece ter havido desenvolvimento de fungos no BTPV armazenado, que teria levado a uma piora nos resultados obtidos no fim do período de confinamento.

Tabela 8 - Efeito do período de confinamento (P) sobre o consumo, ganho de peso e conversão alimentar durante o ensaio de alimentação.

PERÍODO	P1	P2	P3	P4	CV %
CMS ¹	6,41 ^b	7,19 ^a	7,33 ^a	7,05 ^a	5,34
CPV ¹	2,88 ^a	2,72 ^a	2,49 ^b	2,22 ^c	9,84
CPM ¹	110,9 ^a	109,6 ^{ab}	103,0 ^b	93,6 ^c	7,62
GPV ¹	1,147 ^a	1,112 ^a	1,036 ^a	0,629 ^b	21,57
CA ¹	6,00 ^a	6,47 ^a	7,27 ^a	13,4 ^b	35,1

¹ Ver tabela 7.

² Médias com letras diferentes na mesma linha diferem entre si ($P < 0,05$).

O GPV do último sub-período (0,62 kg/dia) foi muito inferior aos dos outros sub-períodos de confinamento (1,098 kg/dia) ($P < 0,05$). Apesar de haver uma menor eficiência para GPV conforme avança o tempo de confinamento, causado por um aumento no teor de gordura no ganho de peso dos animais à medida que estes engordam (FOX et alii, 1992), a queda observada no último sub-período foi muito acentuada devido a possíveis problemas de palatabilidade e/ou intoxicação, como foi citado anteriormente.

O mesmo efeito foi verificado para a conversão alimentar, onde a média dos primeiros 3 sub-períodos foi superior ($P < 0,05$) àquela do último sub-período (6,65 X 13,35). Isto deveu-se à queda acentuada no GPV já que não houve diferença de CMS ($P > 0,05$) em relação aos outros sub-períodos.

O tratamento T5 apresentou um bom índice de CA (7,67) pois, apesar de não ter obtido GPV elevado (0,92 kg/dia), seu CMS foi menor ($P < 0,05$) que dos outros tratamentos.

MEDEIROS (1992) trabalhando com fêmeas em confinamento com dietas de BTPV como volumoso exclusivo (52% da MS total) obteve GPV e CA de 0,866 e 11,26, respectivamente. GUTMANIS (1990) verificou em dieta com, respectivamente, 40 e 10% de BTPV e CANA na MS, GPV de 0,96 kg/dia e CA de 12,7, em animais machos com peso vivo médio de 374 kg. Apesar dos resultados de CA obtidos (tabela 7) terem diferenças numéricas elevadas, devido ao elevado coeficiente de variação, só foi possível verificar diferenças estatísticas significativas ($P < 0,05$) entre os tratamentos T4 e T1.

Uma vez que a interação fonte de fibra íntegra e tratamento físico do sorgo não foi significativa, foi feito o teste de contrastes para efeito de fonte de fibra e de tratamento do sorgo, cujos resultados de médias de consumo, ganho de peso e conversão alimentar, estão apresentados nas tabelas 9, 10, 11, 12 e 13.

Tabela 9 - Efeito do processamento do sorgo e da fonte de fibra íntegra sobre o consumo de matéria seca (kg MS/dia), durante o ensaio de alimentação.

CONCENTRADO			
VOLUMOSO	S. LAMINADO	S. MOÍDO	MÉDIA
BIN	6,83	6,79	6,81 ^b
CANA	7,48	7,66	7,57 ^a
MÉDIA	7,16 ^a	7,23 ^a	7,19

*Médias com letras diferentes na mesma linha ou coluna diferem entre si ($P < 0,05$).

*CV = 5,34 %

Tabela 10 - Efeito do processamento do sorgo e da fonte de fibra íntegra sobre o consumo de matéria seca (% PV), durante o ensaio de alimentação.

CONCENTRADO			
VOLUMOSO	S. LAMINADO	S. MOÍDO	MÉDIA
BIN	2,52	2,57	2,55 ^b
CANA	2,72	2,72	2,72 ^a
MÉDIA	2,62 ^a	2,65 ^a	2,63

*Médias com letras diferentes na mesma linha ou coluna diferem entre si ($P < 0,05$).

*CV = 9,84 %

Tabela 11 - Efeito do processamento do sorgo e da fonte de fibra íntegra sobre o consumo de matéria seca (g MS/kg PV^{0,75}), durante o ensaio de alimentação.

CONCENTRADO			
VOLUMOSO	S. LAMINADO	S. MOÍDO	MÉDIA
BIN	101,7	103,1	102,4 ^b
CANA	110,6	111,3	111,0 ^a
MÉDIA	106,2 ^a	107,2 ^a	106,7

*Médias com letras diferentes na mesma linha ou coluna diferem entre si (P<0,05).

*CV = 7,62 %

A avaliação das tabelas 9, 10 e 11 nos mostra que as dietas que continham CANA como fonte de fibra íntegra tiveram níveis de consumo significativamente superiores (P<0,05) aos das dietas com BIN. Como a substituição do BIN pela CANA foi feita na mesma proporção de MS, e como o BIN possui um maior teor de FDN, as dietas com este volumoso possuíam uma maior concentração de FDN (39,4 X 31,1%). Além disso, a fibra provinda do BIN tem um alto valor de enchimento (CASTRO, 1989). O FDN efetivo é a fração que provoca o enchimento do rúmen, pois tem taxas de fermentação e passagem mais lentas que os componentes não fibrosos dos alimentos. Este efeito provoca a inibição do consumo pois a capacidade ruminal é limitada (JUNG & ALLEN, 1995; MERTENS, 1992). Outro fator que pode ter influenciado o consumo, foi o menor valor de NDT das dietas com BIN em relação às dietas com CANA, 62,9 e 64,3%. As equações do

NRC (1989) levam em consideração o teor de energia da dieta para estimar o consumo de MS pelos animais. MERTENS (1992) afirma que existe um consumo máximo de FDN pelo animal que determinaria sua ingestão quando o valor energético da dieta não for suficiente para atender os requerimentos do animal. Este consumo máximo dependeria do tipo de fibra do alimento fornecido e estaria por volta de 1,1 a 1,3% do peso vivo por dia em rações com forragens comuns. No caso de subprodutos que são moídos, o autor recomenda que se faça um ajuste, pois estes alimentos terão um menor efeito de enchimento por unidade de FDN consumida.

As tabelas 12 e 13 mostram um efeito significativo ($P < 0,05$) da CANA em melhorar o GPV e a CA dos animais. Este efeito pode estar associado ao maior consumo das dietas de CANA como foi comentado anteriormente.

BURGI & REIS (1994) não encontraram diferenças de GPV, CA e CMS em bovinos submetidos a dietas de BTPV com BIN ou com CANA como fonte de fibra íntegra. No entanto, a substituição não foi feita na mesma proporção da MS. As dietas continham 6,4% de BIN e 10% de CANA, tentando manter uma porcentagem de FDN efetivo semelhante.

Sabe-se que quanto maior o nível de GPV, maior deveria ser a eficiência de conversão do animal, pois ocorre uma diluição da energia de manutenção. Portanto, era de se esperar um melhor índice de CA nos tratamentos com melhor GPV. No entanto, a diferença na CA da ordem de 22% mais eficiente para a CANA, é muito grande para ser explicada apenas por um efeito de diluição de manutenção. Além disso, a dieta T5, com GPV semelhante aos das dietas com BIN, proporcionou CA semelhante às dietas com CANA. Pode-se

supor então, que deve ter havido também um pior aproveitamento dos alimentos nas dietas com BIN que provocaria esta queda de eficiência.

Tabela 12 - Efeito do processamento do sorgo e da fonte de fibra íntegra sobre o ganho de peso (kg/dia), durante o ensaio de alimentação.

CONCENTRADO			
VOLUMOSO	S. LAMINADO	S. MOÍDO	MÉDIA
BIN	0,922	0,899	0,911 ^b
CANA	1,060	1,099	1,080 ^a
MÉDIA	0,991 ^a	0,999 ^a	0,995

*Médias com letras diferentes na mesma linha ou coluna diferem entre si ($P < 0,05$).

*CV = 21,57 %

Tabela 13 - Efeito do processamento do sorgo e da fonte de fibra íntegra sobre a conversão alimentar(kg MS/kg ganho), durante o ensaio de alimentação.

CONCENTRADO			
VOLUMOSO	S. LAMINADO	S. MOÍDO	MÉDIA
BIN	9,51	9,02	9,27 ^a
CANA	7,78	7,37	7,58 ^b
MÉDIA	8,65 ^a	8,20 ^a	8,42

*Médias com letras diferentes na mesma linha ou coluna diferem entre si ($P < 0,05$).

*CV = 35,08 %

4.2. Fase II - Ensaio de digestibilidade *in vivo*

4.2.1. Composição das dietas experimentais

Na tabela 14 esta relacionada a composição químico-bromatológica das dietas utilizadas no ensaio de digestibilidade *in vivo* com coleta total de fezes.

Tabela 14 - Composição químico-bromatológica das dietas experimentais, em porcentagem da matéria seca total.

DIETA	T1 ¹	T2 ¹	T3 ¹	T4 ¹	T5 ¹
MS	71,2	68,9	71,0	68,1	70,6
MO	82,7	82,9	82,8	83,1	82,4
CINZA	8,8	8,7	8,4	8,3	9,1
PB	15,0	15,0	15,6	15,6	15,0
FDN	39,1	37,3	37,5	35,7	36,9
FDA	33,1	31,2	32,8	30,9	32,1
LIG	7,2	6,8	7,3	6,8	7,0
EE	0,90	0,90	0,94	0,94	0,89

¹ Ver tabela 6.

Pode-se verificar que as dietas com SL (T1,T2 e T5) possuem um teor de PB um pouco inferior devido a uma variação na composição dos concentrados. As dietas com BIN apresentaram uma tendência de terem valores mais elevados

de FDN, FDA e LIG devido aos altos valores destas frações encontrados no BIN.

4.2.2. Resultados do ensaio de digestibilidade

Os resultados de digestibilidade das diversas frações das dietas são apresentados na tabela 15.

Tabela 15 - Efeito das dietas experimentais sobre a digestibilidade (%) dos componentes da matéria seca e do consumo dos animais.

DIETA	T1 ¹	T2 ¹	T3 ¹	T4 ¹	T5 ¹	CV%
MS	60,5 ^a	56,9 ^a	60,3 ^a	60,5 ^a	60,1 ^a	6,12
MO	63,7 ^a	59,9 ^a	63,2 ^a	63,6 ^a	63,1 ^a	5,87
PB	63,2 ^{ab}	58,8 ^b	66,1 ^a	67,2 ^a	63,8 ^{ab}	5,46
FDN	44,4 ^a	37,3 ^a	43,4 ^a	40,1 ^a	42,8 ^a	14,7
FDA	45,4 ^a	39,5 ^a	46,3 ^a	43,1 ^a	43,1 ^a	15,1
EE	78,4 ^{ab}	74,1 ^b	79,9 ^a	80,1 ^a	78,5 ^{ab}	4,84
CMS ²	6,44 ^{bc}	8,54 ^a	6,89 ^{ab}	8,26 ^{ab}	5,05 ^c	17,0
CPV ²	1,96 ^b	2,43 ^a	2,05 ^{ab}	2,41 ^a	1,77 ^b	12,3
CPM ²	83,4 ^c	105,0 ^a	87,8 ^{bc}	103,6 ^{ab}	74,4 ^c	12,4

¹ Ver tabela 6.

² Ver tabela 7.

³ Médias com letras diferentes na mesma linha diferem entre si (P < 0,05).

Apesar da metodologia utilizada ter procurado evitar restrições de consumo, o CPM observado durante o ensaio

(tabela 15) foi inferior ao verificado no ensaio de alimentação (tabela 7). No entanto, o CPM manteve um padrão semelhante de diferenças relativas entre tratamentos. Deve-se levar em consideração que foram utilizados somente os animais nelore machos neste ensaio, portanto a variação de consumo pode ter sido causada por diferenças no tipo de animal (raça e sexo) utilizado nos ensaios. A análise de variância mostra que houve efeito do tratamento em todas as medidas de consumo (CMS, CPV, e CPM) ($P < 0,05$).

No presente trabalho não foram verificadas diferenças significativas ($P > 0,05$) para as digestibilidades da MS, MO, FDN, FDA e EE. Comparando-se os valores obtidos neste trabalho com os obtidos por outros autores, verifica-se que para a digestibilidade da MS e da MO os valores estão abaixo dos encontrados por NUSSIO (1993), que trabalhando com dietas com 30 a 60% de concentrado nas dietas, obteve variações de digestibilidade de 63,01 a 70,13% para a MS e 65,22 a 68,74% para a MO. Entretanto são semelhantes aos resultados de MEDEIROS & MACHADO (1993) que obtiveram variações de digestibilidade da MS de 63,7 a 73,1% e da MO de 65,4 e 75,1%, sendo os níveis de digestibilidade mais baixos obtidos em uma dieta com composição semelhante à utilizada neste trabalho (52% de BTPV e 48% de concentrado na MS).

Em relação ao FDA, os valores de digestibilidade aparente estão dentro da amplitude de valores encontrados na literatura, que variaram de 39,9% (BEM, 1991), com 40,0%

de concentrado na dieta, a 60,7% (MEDEIROS & MACHADO, 1993) com 73,5 % de concentrado na dieta.

Os valores de digestibilidade da FDN observados no presente trabalho, de 37,3 a 44,4%, foram ligeiramente inferiores ao valor encontrado por CASTRO (1989), que utilizou menor proporção de concentrado na dieta (35%). Cabe ressaltar que os resultados de digestibilidade do FDN encontrados foram semelhantes aos de FDA, o que contraria a tendência, normalmente encontrada na literatura, em dietas com outros volumosos. O FDN é mais digerível pois representa componentes mais degradáveis da fração fibrosa dos alimentos, principalmente a hemicelulose, que não é precipitada na solução de FDA (VAN SOEST, 1991). No entanto, em dietas de BTPV esta afirmação não é verdadeira pois a fração hemicelulose do bagaço é praticamente toda transformada em açúcares durante o tratamento sob pressão de vapor e, portanto, no caso do BTPV, tanto a FDN quanto a FDA representam aproximadamente os mesmos componentes.

Não houve diferenças significativas nas digestibilidades dos componentes fibrosos (FDA e FDN) entre o tratamento T5 e os outros tratamentos ($P > 0,05$), o que não condiz com a expectativa de que dietas com fibra íntegra proporcionam um ambiente ruminal mais favorável à atuação das bactérias celulolíticas que degradariam a fração fibrosa dos alimentos (VAN SOEST, 1991). Este fato pode ter ocorrido pelo tipo de fibra incluído na dieta (BIN ou CANA) serem de baixa qualidade e terem baixas taxas de degradação. Além disso, as dietas com fibra íntegra tiveram CMS mais

elevado ($P < 0,05$). O que provocaria um menor tempo de permanência da fibra no rúmen diminuindo sua digestão. Outra explicação seria o fato de todas as dietas terem calcário calcítico tipo “filler” e lasalocida sódica que podem ter contribuído para melhorar o ambiente ruminal e minimizar o efeito da falta de fibra íntegra sobre a digestibilidade na dieta T5.

A digestibilidade aparente da PB variou de 58,8 a 67,2%. Estes valores são bastante semelhantes aos obtidos por NUSSIO (1993), de 65,5 a 69,8%. Foi detectada diferença significativa ($P < 0,05$) entre a dieta T4 e a dieta T2. Provavelmente esta diferença tenha ocorrido devido a uma variação na composição dos concentrados (tabela 14) que fez com que as dietas com sorgo moído tivessem uma digestibilidade superior às dietas com sorgo laminado. Como a quantidade de nitrogênio metabólico fecal depende da quantidade de MS que passa pelo intestino (VAN SOEST et al., 1992), e sendo a digestibilidade verdadeira da PB constante, quanto maior a porcentagem de PB da dieta maiores serão os valores de sua digestibilidade aparente.

Fica difícil a comparação entre trabalhos quanto a coeficientes de digestibilidade devido a diferenças que ocorrem normalmente na qualidade do BTPV, em função de variações de tempo e pressão utilizados no tratamento, das condições de armazenagem (BURGI, 1985), e a diferenças nas metodologias utilizadas, como o fornecimento restrito ou à vontade do alimento. Além disso, diferenças na composição dos concentrados e no tipo de animal utilizado (bovinos ou

ovinos) (LASCANO et al., 1990), influenciam os resultados obtidos.

A ausência de diferenças significativas de digestibilidade entre as dietas indicam que as variações de GPV observadas no ensaio de alimentação provavelmente foram causadas por variações no consumo das dietas ou por uma melhor eficiência na utilização dos nutrientes absorvidos.

4.3. Fase III - Ensaio de avaliação dos parâmetros ruminais

4.3.1. Composição das dietas experimentais

Na tabela 16 estão relacionadas as composições dos alimentos utilizados no ensaio de avaliação dos parâmetros ruminais.

Tabela 16 - Composição químico-bromatológica das dietas experimentais, em porcentagem da matéria seca total.

DIETA	T1 ¹	T2 ¹	T3 ¹	T4 ¹
MS	70,5	68,0	70,1	69,9
MO	82,4	83,0	82,4	83,1
CINZA	9,06	8,7	8,6	8,3
PB	14,95	15,0	15,2	15,6
FDN	36,9	37,3	35,3	35,7
FDA	32,1	31,2	31,8	30,9
LIG	7,0	6,8	7,0	6,8
EE	0,9	0,9	0,9	0,9

¹ Ver tabela 6.

4.3.2. Efeitos no pH ruminal

Os resultados médios diários de pH ruminal estão colocados na tabela 17.

Tabela 17 - Resultados médios diários de pH encontrados nos diferentes tratamentos.

VOLUMOSO	CONCENTRADO		MÉDIA
	S. LAMINADO	S. MOÍDO	
S/ FIBRA	5,85	5,76	5,81 ^b
C/ FIBRA	6,08	6,06	6,07 ^a
MÉDIA	5,96 ^a	5,91 ^a	5,94

*Médias com letras diferentes na mesma linha ou coluna diferem entre si (P<0,05).

Os resultados mostram que de maneira geral os níveis de pH ruminal se mantiveram abaixo de 6,2 que, segundo KAUFMANN et al.(1980) podem limitar a atuação de bactérias celulolíticas e prejudicar a digestão de fibras. Além disso, o pH permaneceu abaixo destes valores durante a maior parte do dia (fig. 1) o que mostra um baixo poder de tamponamento do meio nas dietas testadas.

FRANCISCO JR (1994) verificou que, a adição de carboidratos solúveis na forma de melaço em dietas de BTPV, provocou queda no pH ruminal. Açúcares e amidos com altas taxas de degradação no rúmen resultam em altas produções de proteína microbiana e de AGV. Microorganismos que degradam este tipo de carboidrato produzem pequena quantidade de ácido láctico junto com outros AGV, que normalmente é utilizado por outros microorganismos do rúmen e não é acumulado. No entanto, se a disponibilidade de carboidratos for muito elevada, pode ocorrer aumento exagerado de microorganismos produtores de ácido láctico. Além disso, nesta situação alguns microorganismos como *Streptococcus bovis*, que normalmente produzem ácido acético, podem passar a produzir ácido láctico (VAN SOEST et al., 1991). Com isso, o excesso de ácido láctico acumula e provoca queda acentuada no pH ruminal, que prejudica o crescimento de outros microorganismos, dos quais os celulolíticos são os mais afetados (SNIFFEN & ROBINSON, 1987)

O BTPV possui uma alta concentração de carboidratos solúveis que têm altas taxas de fermentação. Como a fibra presente no BTPV provoca pouco estímulo à ruminação, o tamponamento do rúmen é baixo e ocorre a queda do pH.

Como comentado anteriormente, alimentos com maiores taxas de fermentação deveriam ter um efeito adverso sobre o pH ruminal. No entanto, não houve efeito ($P>0,05$) do processamento do sorgo neste parâmetro. Talvez o processamento aplicado ao sorgo não tenha sido suficientemente intenso para promover uma alteração significativa na sua digestibilidade ruminal (ZINN, 1992), ou as quantidades de sorgo laminado nas dietas testadas não foram suficientes para provocar diferenças significativas sobre o pH ruminal.

Foi verificado efeito significativo ($P<0,05$) do tipo de volumoso sobre a variação do pH ruminal. Os tratamentos com fibra íntegra apresentaram pH superior aos tratamentos sem fibra (fig.2). Apesar do tratamento com CANA ter promovido um melhor tamponamento do rúmen, o pH manteve-se abaixo do desejado durante a maior parte do dia. CASTRO (1989) obteve pH ruminal de 5,89 em dieta de BTPV como único volumoso, mas as dietas não continham nenhum tamponante ou ionóforo.

SILVA (1990) obteve valores de pH entre 6,2 e 6,8 durante todo o dia, mesmo nas dietas de BTPV sem NaHCO_3 e lasalocida. O autor atribuiu este fato à presença de calcário calcítico tipo "filler" como fonte de cálcio das dietas, que teria tamponado o rúmen e mantido o pH em níveis elevados. O autor observou que houve uma potencialização do efeito da lasalocida quando adicionada junto com o NaHCO_3 . O efeito do calcário calcítico tipo "filler" no tamponamento ruminal foi confirmado posteriormente por NUSSIO et al. (1991). Segundo BERGEN & BATES (1984), a lasalocida sódica promove a diminuição da população de microorganismos

produtores de lactato, reduzindo com isso a acidose láctica. FRANCISCO JR (1994) verificou que com a adição de lasalocida sódica houve uma tendência de aumento no nível de pH ruminal.

As dietas no presente trabalho utilizaram o calcário calcítico tipo “filler” e a lasalocida sódica, com isto era de se esperar melhores níveis de pH do que os encontrados.

Os valores de pH ruminal sofreram uma queda até 4 horas após o fornecimento das dietas (fig. 1). Depois houve uma elevação constante do pH até o fornecimento da próxima refeição. A explicação para este fato seria que, logo após o fornecimento dos alimentos, ocorre uma maior disponibilidade de nutrientes para os microorganismos do rúmen e a taxa de fermentação eleva-se, consequentemente aumenta a produção de ácidos. Se a dieta não propicia boas condições de tamponamento ocorre a queda do pH. Após algum tempo os carboidratos mais rapidamente fermentados acabam e as taxas de fermentação diminuem, com isto, o pH tende a elevar-se.

Os níveis de fibra da dieta, acima de 30% de FDA e FDN, estão muito acima dos recomendados na literatura (NRC, 1989), mostrando que estas recomendações, baseadas em dados de literatura com dietas a base de silagem de milho ou alfafa, não são adequadas quando se trabalha com volumosos de características diferentes. Isto mostra a importância de propostas, como a de MERTENS (1992), de desenvolvimento de metodologias que possam classificar o volumoso quanto à sua capacidade de promover um ambiente ruminal adequado à digestão da fração fibrosa dos alimentos.

4.3.3. Concentração de nitrogênio amoniacal

Os valores médios de concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) no rúmen nos diferentes tratamentos estão apresentados na tabela 18. A análise de variância mostrou efeito significativo ($P < 0,05$) do período de coleta nos valores de N-NH₃ observados. O nível médio de concentração de N-NH₃ situou-se em aproximadamente 5 mg/100ml e não houve diferenças entre as diferentes dietas.

Tabela 18 - Resultados médios diários de N-NH₃ (mg/100ml) encontrados nos diferentes tratamentos.

VOLUMOSO	CONCENTRADO		MÉDIA
	S.LAMINADO	S.MOÍDO	
S/ FIBRA	5,14	5,07	5,11 ^a
C/ FIBRA	5,13	4,80	4,97 ^a
MÉDIA	5,14 ^a	4,94 ^a	5,04

*Médias com letras diferentes na mesma linha ou coluna diferem entre si ($P < 0,05$).

SATTER & SLYTER (1974) determinaram que o nível de 5 mg/100ml de amônia no rúmen seria suficiente para assegurar a máxima produção dos microorganismos. LENG & NOLAN (1984) observaram que o máximo desaparecimento de MS no rúmen ocorria com 24 mg/100ml de amônia no rúmen.

Segundo ERDMAN et al. (1986), seria necessário um nível de 15 mg/100ml de amônia para que a incorporação do N pelas bactérias fosse realizado sem gasto de energia, o que poderia representar seu maior crescimento, e que isto

favoreceria principalmente as bactérias celulolíticas aumentando a degradação de fibras.

Como pode ser observado, existe muita controvérsia sobre os níveis adequados de amônia ruminal. SNIFFEN & ROBINSON (1987), após avaliarem diversos trabalhos, observaram que em dietas onde a uréia era a principal fonte de N degradável no rúmen os níveis de amônia necessários para a máxima produção bacteriana eram da ordem de 10 a 15 mg/100 ml e que em dietas com outras fontes de proteína degradável os valores seriam ao redor de 8 mg/100ml.

FRANCISCO JR. (1994) verificou que, em dietas de BTPV, a elevação de consumo de 100 para 280g de uréia, provocou elevação de 3,42 para 15,30 mg/100ml na concentração de amônia no rúmen. A adição de lasalocida sódica provocou queda de 5,54 para 4,08 mg/100ml. Apesar da grande variação nos valores, as diferenças não foram significativas ($P>0,05$) devido aos altos coeficientes de variação encontrados.

SILVA (1990) também verificou tendência não significativa ($P>0,05$) de queda na amônia ruminal nas dietas com lasalocida sódica e NaHCO_3 . Nestas dietas os níveis de N-NH_3 foram de 5,55 e 5,58 mg/100ml. Nas dietas onde havia somente NaHCO_3 ou lasalocida sódica, não houve diminuição na amônia ruminal em relação ao controle.

RUSSEL (1992) relatou o isolamento de bactérias ruminais que não utilizavam carboidratos e sim aminoácidos como fonte de energia. Estas bactérias apresentavam alta produção de amônia e eram sensíveis a ação de ionóforos, o que segundo o autor explicaria o efeito inibidor dos ionóforos sobre a produção de amônia no rúmen. No presente

trabalho foi utilizado um ionóforo (lasalocida) que deve ter contribuído para diminuir os níveis de amônia ruminal.

A utilização de uma fonte de carboidrato mais solúvel promoveria um maior crescimento de bactérias e conseqüentemente uma maior utilização do N-NH₃, diminuindo sua concentração no fluido ruminal (CLARK et al., 1992). Da mesma forma, os níveis de pH mais elevados das dietas com fibra íntegra teriam o mesmo efeito. No entanto, não houve efeito ($P>0,05$) do tipo de tratamento do sorgo ou de volumoso sobre a concentração de amônia ruminal.

Houve um incremento na concentração de amônia no rúmen atingindo os valores máximos 2 horas após o fornecimento dos alimentos (fig. 3). Depois a concentração apresentou uma queda lenta até 8 horas após a alimentação, onde tendeu a estabilizar-se. Este comportamento mostra que, apesar da alta disponibilidade de alimento e das altas taxas de fermentação após o fornecimento das refeições, que podem ser verificadas pela queda no pH neste período (fig. 1), a concentração de amônia aumentou, o que nos leva a concluir que a liberação de amônia foi maior que o seu consumo, e que portanto, este fator não foi limitante ao crescimento microbiano.

4.3.3. Concentração de ácidos graxos voláteis

Os valores apresentados na tabela 19 mostram as comparações entre as concentrações dos ácidos acético (C2), propiônico (C3), butírico (C4) e ácidos graxos voláteis totais (AGV) no fluído ruminal. As mesmas comparações são feitas

para os valores de porcentagem molar dos diferentes AGV e para a relação molar entre C2 e C3 (C2/C3) que estão apresentados na tabela 20.

As variações observadas nas concentrações, porcentagens e relações entre os ácidos graxos voláteis, nos diversos tempos de coleta, podem ser observadas nas figuras 4 a 9.

Tabela 19 - Resultados médios das concentrações de ácidos graxos voláteis encontrados nos diferentes tratamentos (mmoles/100ml)*.

	TRATAMENTO				
	S.L.	S.M.	S/FIBRA	C/FIBRA	CV %
C2	5,118 ^a	5,175 ^a	5,137 ^x	5,456 ^x	16,0
C3	1,820 ^a	1,881 ^a	1,927 ^x	1,785 ^x	19,3
C4	0,957 ^a	0,998 ^a	0,994 ^x	0,961 ^x	24,5
AGV TOTAL	7,946 ^a	8,013 ^a	8,057 ^x	7,902 ^x	16,4

* - Médias corrigidas.

^a, ^b - Na mesma linha, médias com letras diferentes diferem entre concentrados ($P < 0,05$).

^x, ^y - Na mesma linha, médias com letras diferentes diferem entre volumosos ($P < 0,05$).

Observa-se que não ocorreram diferenças ($P > 0,05$) nas concentrações individuais e totais dos AGV entre as dietas, apesar de haver uma tendência ($P < 0,10$) da dieta sem fibra ter uma maior concentração de C3.

Embora a concentração de AGV no rúmen seja alterada pela velocidade de absorção através de epitélio

ruminal e pela taxa de diluição do meio, sabe-se que a concentração de AGV reflete sua produção (SUTTON, 1980).

Como não houve maior concentração total de AGV, estima-se que a produção total de AGV não variou entre tratamentos, e que a maior produção de C3 foi compensada pela queda de produção de C2.

Estas variações na produção individual dos AGV podem ser verificadas na tabela 20, que mostra um efeito significativo ($P < 0,05$) da presença de fibra íntegra na dieta sobre as porcentagens molares de C2 e de C3 e a relação molar C2/C3.

Tabela 20 - Resultados médios da porcentagem e relação molar de ácidos graxos voláteis encontrados nos diferentes tratamentos.

	TRATAMENTO				
	S.L..	S.M.	S/FIBRA	C/FIBRA	CV %
% C2	64,35 ^a	64,73 ^a	63,79 ^y	65,29 ^x	3,66
%C3	23,43 ^a	23,43 ^a	24,14 ^x	22,72 ^y	11,3
%C4	12,22 ^a	11,84 ^a	12,07 ^x	11,99 ^x	12,7
C2/C3	2,89 ^a	2,94 ^a	2,75 ^y	3,08 ^x	14,6

* - Médias corrigidas.

^{a, b} - Na mesma linha, médias com letras diferentes diferem entre concentrados ($P < 0,05$).

^{x, y} - Na mesma linha, médias com letras diferentes diferem entre volumosos ($P < 0,05$).

Carboidratos mais degradáveis a nível de rúmen tendem a provocar aumentos na produção de C3, pois as

bactérias que fermentam carboidratos não estruturais produzem mais este tipo de ácido. Por outro lado em dietas ricas em carboidratos estruturais ocorre um aumento na produção de C2 devido à fermentação por bactérias celulolíticas (VAN SOEST et al., 1991).

CASTRO (1989) e MEDEIROS (1992) verificaram aumento na porcentagem molar de C3, diminuição na relação C2/C3 e aumento na produção total de AGV em dietas com BTPV em relação a dietas com BIN como volumoso exclusivo. Atribuíram estas variações ao maior teor de carboidratos solúveis do BTPV. FRANCISCO JR (1994) observou aumento na produção de C3 e AGV total quando aumentava-se o nível de melaço na dieta.

A substituição de parte do BTPV por CANA e de SM por SL não provocou alterações quanto à quantidade de carboidratos não estruturais nas dietas. No entanto, o processamento do sorgo por laminação deveria aumentar a degradabilidade do amido e com isso aumentar a disponibilidade de carboidratos não estruturais no rúmen. Este efeito não foi observado nas dietas com SL mostrando que o processamento utilizado não provocou alterações significativas na degradabilidade ruminal do grão de sorgo.

Os aumentos na proporção de C2 e na relação C2/C3 observadas nas dietas com fibra íntegra pode ser explicada pelo maior pH observado nestas dietas, que favoreceu a atividade de bactérias celulolíticas. Pelo mesmo motivo, o pH mais elevado deveria provocar, também, uma maior produção de AGV e uma maior degradabilidade da FDN e FDA nestas dietas. Estes efeitos não foram verificados neste trabalho.

Aumentos nas taxas de passagem, devido aos maiores consumos observados nas dietas com CANA, que tendem a prejudicar a digestão da fibra, podem ter contribuído para que os efeitos do melhor ambiente ruminal não tenham sido verificados.

Quando os produtos da fermentação de bactérias são os ácidos C2 e C4, ocorrem perdas de energia pela produção de metano. Quando o produto é o C3 este tipo de perda não ocorre e a eficiência de utilização dos nutrientes é maior (VAN SOEST, 1982). As dietas sem fibra produziram maiores proporções de C3 que as dietas com fibra. Com isto, sua eficiência de utilização pode ter sido maior, o que explicaria porque na dieta sem fibra íntegra, do ensaio de alimentação (T5), os animais obtiveram conversões alimentares tão boas quanto nas dietas com CANA, apesar de terem GPV inferior.

VALORES DE PH

Figura 1 - Variação diária do pH ruminal em função das dietas experimentais

VALORES DE PH

Figura 2 - Variação diária do pH em função da presença de fibra nas dietas

N-NH3

Figura 3 - Variação diária da concentração de N-NH3 (mg/100ml) em função das dietas experimentais

VALORES DE AGV (mmoles/100ml)

Figura 4 - Variação na concentração de AGV ruminal em função das dietas experimentais.

VALORES DE % DE C2

Figura 5 - Variação na porcentagem molar de C2 em função das dietas experimentais.

VALORES DE % DE C3

Figura 6 - Variação na porcentagem molar de C3 em função das dietas experimentais.

VALORES DE % DE C4

Figura 7 - Variação nas porcentagens molares de C4 em função das dietas experimentais.

VALORES DA RELAÇÃO C2/C3

Figura 8 - Variação nos valores da relação C2/C3 em função das dietas experimentais.

VALORES DA RELAÇÃO C2/C3

Figura 9 - Variação diária nos valores da relação C2/C3 em função da presença de fibra nas dietas.

5. CONCLUSÕES

A inclusão da cana-de-açúcar picada como fonte de fibra nas dietas de BTPV, nas proporções utilizadas no trabalho, tem um efeito positivo sobre o consumo e ganho de peso dos animais, permitindo um menor período de confinamento.

A utilização de dietas exclusivas de BTPV, com os aditivos utilizados (calcáreo “filler” e lasalocida), permite uma boa eficiência da utilização da dieta pelos animais, apesar de não proporcionar um ambiente ruminal adequado a digestão de fibras.

A proporção de BIN utilizada nas dietas parece ter sido acima do desejado, prejudicando o desempenho. Níveis inferiores de BIN, provavelmente obteriam melhores resultados, sendo interessante a realização de trabalhos para determinar o nível ótimo de utilização desta fonte de fibra íntegra.

Seria interessante testar dietas com proporções de fibras semelhantes às das dietas com cana, e com consumo restrito visando diminuir o efeito prejudicial dos altos níveis de consumo sobre a digestão de fibras, aliado ao melhor ambiente ruminal proporcionado nestas dietas.

Uma das possíveis causas da falta de resposta à laminação em relação à moagem do sorgo poderia ser o baixo nível de sorgo nas dietas experimentais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, M. Fiber requirements: finding an optimum can be confusing. Feedstuffs, pp:13-6, 8 de maio de 1995.

A.O.A.C. Official methods of analysis (13th ed) Association of Official Agricultural Chemists, Washington, 1980.

BEM, C.H.W. Efeito do bicarbonato de sódio e/ou lasalocida sobre a digestibilidade de dietas com bagaço de cana, Piracicaba, 1991. 73 pg. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

BERCHIELLI, T.T. Níveis de concentrado e uréia na alimentação de bovinos nelore com bagaço de cana-de-açúcar hidrolisado, Jaboticabal, 1988. 53 pg. (Mestrado - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP).

BERGEN, W.G. & BATES, D.B. Ionophores: Their effect on production efficiency and mode of action. Journal of Animal Science, 58(6):1465-83, 1984.

- BOIN, C. Nutrição e manejo da alimentação de bovinos de corte em confinamento. Anais do IV Simpósio do CBNA e III Seminário sobre tecnologia da produção de rações, Campinas, 1992.
- BURGI, R. Produção de bagaço de cana-de-açúcar auto hidrolisado e avaliação do seu valor nutritivo para ruminantes, Piracicaba, 1985. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- BURGI, R. & REIS, R.A.T. Desempenho de bovinos confinados recebendo rações base de cana picada e/ou de bagaço de cana submetido a diferentes pré-tratamentos. Anais daXXXI Reunião Anual da SBZ, Maringá, PR, pg. 462, 1994.
- CASTRO, F.B. Avaliação do processo de digestão do bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum, sp. L*) auto hidrolisado em bovinos. 1989. Piracicaba, 1989. 122 pg. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- CHANEY, A.L. & MARBACH, E.P. Modified reagents for determination of urea and amonia. Journal of Clinical Chemistry, 8:130-132, 1962.
- ERDMAN, R.A.; PROCTOR, G.H. & VANDERSAL, J.H. Effect of rumen amoni concentration on *in situ* rate and extent of digestion of feedstuff. Journal of Dairy Science, Champaign, 69:2312-20. 1986.

FENG, P; HOOVER, W.H.; MILLER, T.K. & BLANWEKEL, R.
Interaction of fiber and nonstructural carbohydrates on
lactation and ruminal function. Journal of Dairy Science,
Champaign, 76:1324-33. 1993.

FOX, D.G.; VAN SOEST, P.J.; RUSSEL, J.B.; SNIFFEN,
C.J.; O'CONNOR, J.D. A net carbohydrate and protein
sistem for evaluating cattle diets - III. Animal
Requirements. Journal of Animal Science, 70(11):3551-
78,1992

FRANCISCO JR., J.C. & MACHADO, P.F. Efeito da
lasalocida sódica sobre a atividade fermentativa do rúmen
e degradação da fibra. Anais da XXIX Reunião Anual da
SBZ, Lavras, MG, Julho, 1992.

FRANCISCO JR., J.C. Efeito da uréia, do melaço e da
lasalocida sódica sobre a fermentação ruminal de bovinos
alimentados com bagaço de cana-de-açúcar tratado com
pressão de vapor. Piracicaba, 1994. 105 pg. (Mestrado -
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

GOERING, H.K. & VAN SOEST, P.J. Forage fiber analyses.
Agriculture Handbook number 379. Washington, DC,
USDA, 1970. 20 p.

GUTMANIS, D. Níveis de bagaço auto-hidrolisado e de cana -
de-açúcar na alimentação de bovinos confinados.
Piracicaba, 1990. 109 pg. (Mestrado - Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

- JUNG, H.G. & ALLEN, M.S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. *Journal of Animal Science*, 73:2774-2790, 1995.
- KAUFMANN, W.; HAGEMEISTER, H. & DIRKSEN, G. Adaptation to changes in dietary composition, level and frequency of feeding. In: RUCKEBUSH, Y. & THIVEND, P., *Digestive physiology and metabolism in ruminants*. Connecticut, Avi Pub. pg. 587-602, 1980.
- KRISHNAMOORTHY, U.; MUSCATO, T.V.; SNIFFEN, C.J. & VAN SOEST, P.J. Nitrogen fractions in selected feedstuffs. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 65:217-225, 1982.
- LACORTE, M.C.F. Desempenho de bovinos confinados a base de bagaço de cana-de-açúcar autohidrolisado, levedura e vinhaça, sub-produtos da indústria do açúcar e do álcool. Piracicaba, 1987. 105 pg. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- LANNA, D.P.D. & BOIN, C. Substituição do feno por bicarbonato de sódio e/ou bagaço in natura em rações à base de bagaço hidrolisado como volumoso. *Anais da XXV Reunião Anual da SBZ*, Viçosa, MG, pg. 101, 1988.

- LASCANO, C.E.; BOREL, R.; QUIROZ, R.; ZORRILLA, J.; CHAVES, C.; WERNILLI, C. Recomendaciones sobre la metodologia para la medicion de consumo e digestibilidad *in vivo*. In: Nutricion de Rumiantes, 1990, ALPA RISPAL, Costa Rica.
- LENG, N.A. & NOLAN, J.V. Nitrogen metabolism in the rumen. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 67: 1072-89, 1984.
- MATTOS, W.R.S. Utilização do bagaço de cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. In: Anais do VI Congresso Paulista de Agronomia, Piracicaba, SP, pg. 99-112, 1987.
- McALLISTER, T.A.; PHILLIPE, R.C.; RODE, L.M.; CHENG, K.J. Effect of the protein matrix on the digestion of cereal grains by ruminal microorganisms. *Journal of Animal Science*, 71:205-12, 1992.
- MEDEIROS, S.R. Efeito da substituição do bagaço de cana-de-açúcar auto-hidrolisado por sorgo na fermentação ruminal em bovinos, digestibilidade *in vivo* em ovinos e desempenho em bovinos em acabamento. Piracicaba, 1992. 104 pg. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- MELLO JR, C.A. Efeitos do tratamento com pressão e vapor sobre a fermentação *in vitro* do bagaço de cana-de-açúcar, Piracicaba, 1987. 100 pg. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

- MELLO JR, C.A. Processamento de grãos de milho e sorgo visando aumento do valor nutritivo. Anais do IV Simpósio de Nutrição Animal, FEALQ, pp. 263-83, Piracicaba, 1988.
- MERTENS, D.R. Nonstructural and structural carbohydrates. In: Large Dairy Herd Management. Van Horn e Wilcox. pp. 219-35, 1992.
- MERTENS, D.R. Analysis of fiber in feeds and its uses in feed evaluation and ration formulation. Anais do Simpósio Internacional de Ruminantes. Lavras, MG, pp. 1-33, 1992.
- MOORE, J.A.; POORE, M.H.; ECK, T.P.; SWINGLE, R.S.; HUBER, J.T.; ARANA, M.J. Sorghum grain processing and buffer addition for early lactating cows. Journal of Dairy Science, Champaign, 75:3465-72, 1992.
- MUIRHEAD, S. Model of ruminal function useful in estimating forage NDF fill effect. Feedstuffs, 8 de Maio de 1995, pp-12.
- MURPHY, T.A.; FLUHARTY, F.L.; LOERSCH, S.C. The influence of intake level and corn processing on digestibility and ruminal metabolism in steers fed all-concentrate diets.

- NUSSIO, L.G. Efeito de níveis de concentrado sobre o desempenho de bovinos e a digestibilidade de dietas a base de bgaço de cana-de-açúcar (*Saccharum sp.* L). Piracicaba, 1993. 147 pg. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- NUSSIO, L.G.; BOIN, C.; SANTOS, F.A.P.; da SILVA, S.C.; PENATTI, M.A. Efeito do calcário e de calcário mais bicarbonato de sódio em dietas de bagaço de cana tratado com pressão de vapor no desempenho de bovinos confinados. Anais da XXVI Reunião Anual da SBZ, João Pessoa, PB, pg. 258, 1992.
- NOCECK, J.E. & TAMMINGA, S. Site of digestion of starch in gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yeld and composition. Journal of Dairy Science, Champaign, 74: 3598-3629, 1991.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL Nutrient Requirement of Dairy Cattle. 6 ed. Washington, DC, National Academic Press, 1989, 157 p.
- ORSKOV, E.R. Starch digestion and utilization by ruminants. Journal of Animal Science, 63:1624-33,1986.
- OWENS, F.N.; ZINN, R.A.; KIM, Y.K. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. Journal of Animal Science, 63:1634-48,1986.

- OLIVEIRA, J.S.; HUBER, J.T.; SIMAS, J.M.; THEURER, C.B.; SWINGLE, R.S. Effect of sorghum grain processing on site and extent of digestion of starch in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 78:1318-27, 1995.
- POORE, M.H.; MOORE, J.A.; SWINGLE, R.S.; ECK, T.P.; BROWN W.H. Response of lactating holstein cows to diets varying in fiber source and ruminal starch degradability. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 76:2235-43, 1993.
- ROBINSON, P.H. & McQUEEN, R.E. Influence of rumen fermentable neutral detergent levels on feed intake and milk production of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 75:520-32, 1992.
- ROONEY, L.M. & PFLUNGFELDER, R.L. Factors affecting starch digestibility with emphasis on sorghum and corn. *Journal of Animal Science*, 63:1607-23, 1986.
- RUSSEL, J.B. Minimizing ruminant nitrogen losses. *Anais do Simpósio Internacional de Ruminantes*. Lavras, MG, pp. 47-64, 1992.
- SANTOS, F.A.P. Efeito de bicarbonato de sódio, lasalocida e cana-de-açúcar sobre o desempenho de bovinos alimentados com bagaço de cana tratado sob pressão de vapor. Piracicaba, 1991. 127 pg. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

SAS Institute Inc. SAS/STAT User's Guide ed. CARY, NC, 1988

SATTER, L.D. & SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production *in vitro*. British Journal of Nutrition, London, 32:199-208, 1974.

SCHNEIDER, B.H. & FLATT, W.P. The evaluation of feeds through digestibility experiments, 1975. University of Georgia Press, Athens.

da SILVA, S.C. Efeito de bicarbonato de sódio e/ou lasalocida sobre os parâmetros ruminais de bovinos alimentados com bagaço de cana tratado à pressão de vapor. Piracicaba, 1990. 130 p., (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

SNIFFEN, C.J. & ROBINSON, P.H. Microbial growth and flow as influenced by dietary manipulations. Journal of Dairy Science, Champaign, 70:425-41, 1987.

SUTTON, J.D. Digestion and end-products formation in the rumen from production rations. In: RUCKEBUSH, Y. & THIVEND, P., Digestive physiology and metabolism in ruminants. Connecticut, Avi Publ., 1980

- THEURER, C.B. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. *Journal of Animal Science*, 63:1649-62, 1986.
- WEISS, W.P. Predicting energy values of feeds. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 76: 1802-11, 1993.
- UDEN, P.; COLUCCI, P.E.; VAN SOEST, P.J. Investigation of chromium, cerium and cobalt as markers in digesta rate of passage studies. *Journal of Science Food Agric*. 31:625-32, 1980.
- VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. Ithaca, Cornell University Press, New York, 1982. 350 p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in ration to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 74: 3583-97, 1991.
- VARGA, G.A.; MEISTERLING, E.M.; DAILEY, R.A.; HOOVER, W.H. Effect of low and high fill on dry matter intake, milk production and reproductive performance during early lactation. *Journal of Dairy Science*, Champaign, 67:1240-48, 1984.

ZINN, R.A. A influência do processamento à vapor do milho, sorgo, cevada e aveia sobre a utilização em bovinos. Anais do Simpósio Internacional de Ruminantes. Lavras, MG, 1992.