

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

Curso de Pós-graduação em  
Ciência dos Alimentos  
Área de Nutrição Experimental

**INFLUÊNCIA DA QUANTIDADE DE FARELO DE  
SOJA NO CONSUMO VOLUNTÁRIO DE CANA-DE-  
AÇÚCAR POR BOVINOS EM CRESCIMENTO**

AIRTON MANZANO

Tese para a obtenção do título de  
DOUTOR

Orientador:  
Prof. Dr. URGEL DE ALMEIDA LIMA

SÃO PAULO

1982

Aos meus pais  
Emílio e Lúcia

À Fátima, minha esposa e aos  
meus filhos Emílio Neto e  
Airton

## AGRADEÇO

- ao prof. Dr. Wilson Roberto Soares Mattos, do Departamento de Zootecnia da E.S.A. "Luiz de Queiroz", pela colaboração precisa na elaboração e desenvolvimento desta pesquisa.
- ao técnico agrícola Francisco José de Ruzza, pelo auxílio prestado durante a colheita das amostras.
- à EMBRAPA, pela oportunidade que nos foi dada para realizar este curso.
- ao prof. Dr. Franco Maria Lajolo, coordenador do Curso de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos, pela seriedade e humanidade no tratamento das questões relativas ao curso.
- à ELANCO pela colaboração nas análises dos ácidos graxos voláteis.
- ao Instituto de Zootecnia - Divisão de Nutrição Animal e Pastagens, pela colaboração nas análises químicas.
- aos colegas do Curso de Pós-graduação, em particular ao Alfredo Tenuta Filho, pela sua amizade e espírito de companheirismo.

Em especial:

Ao prof. Dr. Urgel de Almeida Lima, pela orientação e amizade.

## Í N D I C E

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	3
2.1. Fatores que afetam o consumo e a digestibilidade de dietas à base de cana-de-açúcar .....	3
2.1.1. Consumo voluntário de cana-de-açúcar .....	3
2.1.2. Coeficientes de digestibilidade e balanço de nitrogênio .....	8
2.2. Fatores que afetam a fermentação ruminal com die tas à de cana-de-açúcar .....	10
2.2.1. pH, ácidos graxos voláteis e amônia no rúmen ...	10
2.2.2. Protozoários no rúmen .....	15
2.2.2.1. Número de protozoários .....	15
2.2.2.2. Função dos protozoários no metabolismo .....	17
2.2.2.3. Digestão dos protozoários .....	18
2.3. Fatores que afetam níveis de glicose e uréia com dietas à base de cana-de-açúcar .....	21
2.3.1. Glicose no plasma sanguíneo .....	21
2.3.2. Uréia no plasma sanguíneo .....	23
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	26
3.1. Local .....	26
3.2. Animais .....	27
3.3. Tratamentos .....	27
3.4. Delineamento Experimental .....	29
3.5. Fases Experimentais .....	29
3.5.1. Fase Pré-Experimental .....	29

3.5.2. Fase Experimental .....	31
3.6. Amostragens .....	32
3.6.1. Alimentos, fezes e urina .....	32
3.6.2. Fluído ruminal .....	33
3.6.3. Plasma sanguíneo .....	33
3.6.4. Conteúdo ruminal .....	33
3.7. Análises Químicas .....	34
3.7.1. Alimentos, fezes e urina .....	34
3.7.2. Fluído ruminal .....	34
3.7.2.1. Ácidos graxos .....	34
3.7.2.2. Amônia .....	35
3.7.2.3. pH .....	35
3.7.3. Plasma sanguíneo .....	35
3.7.3.1. Glicose .....	35
3.7.3.2. Uréia .....	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	36
4.1. Consumo e digestibilidade .....	36
4.1.1. Consumo médio diário de matéria seca da cana- de-açúcar, dietas e Índice de consumo .....	36
4.1.2. Coeficientes médios de digestibilidade da ma téria seca e dos nutrientes das dietas experi mentais .....	43
4.1.3. Balanços médios de nitrogênio .....	53
4.2. pH, ácidos graxos voláteis e amônia no rúmen .....	59
4.3. Número de protozoários no rúmen .....	80
4.4. Glicose e uréia no plasma sanguíneos .....	87
5. CONCLUSÕES .....	99
6. RESUMO .....	101

7. SUMMARY ..... 103

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 105

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1	- Características dos animais escolhidos para o experimento .....	27
TABELA 2	- Composição química da cana-de-açúcar variedade CB.36.24 .....	28
TABELA 3	- Composição bromatológica dos alimentos nos quatro períodos experimentais .....	30
TABELA 4	- Composição bromatológica das dietas experimentais .....	37
TABELA 5	- Consumo médio diário de matéria seca da cana-de-açúcar, dietas e índice de consumo ...	38
TABELA 6	- Dados de análises estatística para consumo de cana, dietas e índice de consumo .....	39
TABELA 7	- Coeficientes de digestibilidade médios da matéria seca e dos nutrientes das dietas experimentais .....	44
TABELA 8	- Dados de análise estatística para coeficientes de digestibilidade .....	45
TABELA 9	- Balanço médio de nitrogênio das dietas experimentais .....	55
TABELA 10	- Dados de análise estatística para N-retido .	56
TABELA 11	- Valores médios de pH do fluido ruminal, no período de 6 horas, das dietas experimentais .....	60
TABELA 12	- Dados de análise estatística para pH do fluido ruminal, no período de 6 horas .....	61

TABELA 13 - Valores médios de ácidos graxos voláteis, acético, propiônico, butírico, no período de 6 horas, das dietas experimentais (% molar) .....	67
TABELA 14 - Dados de análise estatística para ácidos graxos voláteis, acético, propiônico e butírico, no período de 6 horas (% molar) ...	67
TABELA 15 - Valores médios de ácidos graxos voláteis, acéticos, propiônico e butírico, no período de 6 horas, das dietas experimentais (mM) .....	68
TABELA 16 - Dados de análise estatística para ácidos graxos voláteis, acético, propiônico e butírico, no período de 6 horas (mM) .....	69
TABELA 17 - Teores médios de amônia, no período de 6 horas, das dietas experimentais .....	74
TABELA 18 - Dados de análise estatística para amônia, no período de 6 horas .....	75
TABELA 19 - Números médios de protozoários, no período de 4 horas, das dietas experimentais ...	81
TABELA 20 - Dados de análises estatística para protozoários, no período de 6 horas .....	82
TABELA 21 - Valores médios de glicose no plasma sanguíneo, no período de 6 horas, das dietas experimentais .....	88
TABELA 22 - Dados de análise estatística para glicose, no período de 6 horas .....	89

TABELA 23 - Valores médios da uréia no plasma sanguíneo, no período de 6 horas, das dietas experimentais .....	93
TABELA 24 - Dados de análises estatísticas para uréia, no período de 6 horas .....	94

FIGURA 1 - Representação gráfica dos valores médios, de pH do fluido ruminal, no período de 6 horas, das dietas experimentais .....	63
---	----

## 1. INTRODUÇÃO

Sob o ponto de vista agrícola, há razões suficientes para se afirmar que o trópico úmido representa a região mais rica do mundo, no que se refere ao potencial de produção agropecuária. Entretanto, ainda são poucos os sistemas intensivos de produção de carne e leite devido a vários fatores; entre eles pode-se mencionar a escassez de grãos, pouco conhecimento do manejo e fisiologia das gramíneas tropicais, e período de estiagem com baixa produção de forragens e altos custos.

Atualmente há indicações da possibilidade de se romper estas barreiras. Resultados de pesquisas indicam que, entre outras forrageiras, a cana-de-açúcar pode ser usada como base para sistemas intensivos de produção animal. Provavelmente a cultura mais produtiva em todo o trópico, com média de 30t de matéria seca/ha/ano, pode ser usada picada, "in.nature", com um índice técnico superior a 20 animais/ha/ano, ou na forma de subprodutos da produção convencional de açúcar, como melaço e bagaço, que chegam até 3 e 14 toneladas/ha, respectivamente.

Em contraste com esta alta capacidade de produ-

ção agrícola, as pesquisas ainda tem mostrado que bovinos alimentados com cana-de-açúcar, apresentam um baixo rendimento em ganho de peso e na produção de leite.

Este baixo aproveitamento da cana-de-açúcar pelos bovinos, parece estar ligado à baixa digestibilidade da fibra, e pequena disponibilidade de aminoácidos para síntese protéica e de ácido propiônico para síntese de glucose (LENG & PRESTON)<sup>56</sup>.

Como a cana-de-açúcar apresenta valor nutritivo máximo no período seco, alta produção de matéria seca/ha/ano e sendo reduzidas as pesquisas envolvendo sua utilização como único volumoso, justificam-se os estudos para seu aproveitamento na alimentação de ruminantes.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi procurar conhecer a influência do farelo de soja sobre a ingestão voluntária de cana-de-açúcar, comparando quatro níveis de farelo em mistura com a cana, através dos índices de consumo, coeficientes de digestibilidade, balanço de nitrogênio, parâmetros ruminais e metabólicos de bovinos em crescimento.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Fatores que afetam o consumo e a digestibilidade de dietas à base de cana-de-açúcar

#### 2.1.1. Consumo voluntário da cana-de-açúcar

Há uma influência positiva no consumo voluntário da cana-de-açúcar quando suplementada com farelo de arroz e uréia. Autores como LOPEZ *et alii*<sup>60</sup>, LENG & PRESTON<sup>56</sup>, PRESTON *et alii*<sup>92</sup>, LOPEZ *et alii*<sup>61</sup>, LOPEZ & PRESTON<sup>59</sup> e ELLIOTT *et alii*<sup>27</sup>, trabalhando com animais em crescimento, obtiveram consumo de 16 kg de cana/animal/dia, 4,80 kg de matéria seca (MS)/animal/dia e índice de consumo 2,7 kg MS/100 kg de peso vivo (PV). Concluíram que o consumo é afetado pela quantidade de farelo de arroz e não pela maneira como ele é fornecido (misturado ou separado da cana). Uma das explicações para esta melhora foi dada por PURSER & BEUCHLER<sup>102</sup>, quando afirmaram que o farelo de arroz é rico em mentionina, histidina e treonina, aminoácidos limitantes da cana-de-açúcar.

Alguns pesquisadores, como SILVESTRE *et alii*<sup>123</sup>

não obtiveram resposta conclusiva no consumo de matéria seca de cana quando estudaram níveis de proteína. A resposta ao consumo <sup>parece</sup> ser curvilínea, alcançando o seu ponto máximo com suplementação proteica de 180 g/animal/dia em animais com peso médio de 170 kg.

Com o objetivo de obter maiores informações sobre fontes de proteína com dietas a base de cana-de-açúcar, SILVESTRE *et alii*<sup>122</sup> estudaram o efeito de três alimentos protéicos, farinha de peixe, torta de algodão e farinha de carne, no consumo de cana. A ingestão da matéria seca das rações mostrou uma tendência de aumento com o teor de proteína, independente da fonte protéica. Entretanto, LOPEZ & PRESTON<sup>59</sup> trabalhando com farinha de sangue e farinha de sangue mais farelo de algodão, encontraram diminuição no índice de consumo, de 2,2 para 1,9 kg MS/100 kg PV, no tratamento com farinha de sangue. Este resultado pode ter ocorrido devido à sua deficiência em metionina, considerado o principal aminoácido limitante em dieta à base de cana-de-açúcar.

Outros autores como GONZALEZ & WILLIAMS<sup>43</sup> e FERREIRO & PRESTON<sup>32</sup> comparando cana inteira, picada e descortificada, obtiveram consumo semelhante nas duas formas físicas, cerca de 18 kg/animal/dia e o índice de 2,0 kg MS/100 PV. Os autores concluíram que não houve vantagem na descorticação da cana. Entretanto, MONTPELLIER & PRESTON<sup>73</sup> mostraram a superioridade da cana picada sobre a descortificada, através dos índices de consumo 2,3 e 1,9 kg MS/100 kg PV para as respectivas formas físicas. Ainda estudando cana descortificada associada com a uréia, batata doce, torta de algodão e batata doce mais torta de algodão, MEYRELLES *et alii*<sup>68</sup> obtiveram o maior índice de consumo, cerca de 2,5 kg MS/100 kg PV quando

combinaram cana com batata doce e torta de algodão e o menor índice 1,7 kg MS/100 kg PV com uréia.

Os trabalhos que tiveram como objetivo estudar a influência do tamanho das partículas sobre a ingestão voluntário da cana-de-açúcar, também não mostraram diferença estatística, indicando que os métodos de processar a cana não alteraram o consumo (SILVESTRE *et alii*<sup>120</sup>, MONTEPELLIER & PRESTON<sup>75</sup>, MONTEPELLIER *et alii*<sup>76</sup>, e SALAIS *et alii*<sup>111</sup>). O tamanho das partículas variou de 2 a 20 mm, a ingestão média foi 5 kg MS/animal/dia e o índice de consumo ficou entre 2,0 e 3,0 kg MS/100 kg PV.

Algumas pesquisas, como as de ALVAREZ & PRESTON<sup>2</sup> e FERREIRO *et alii*<sup>34</sup> foram desenvolvidas com o intuito de comparar o consumo de cana madura e imatura por bovinos em crescimento. Os dados encontrados não mostraram diferença, com índice de consumo médio de 2,0 kg MS/100 kg PV, indicando que o estágio de maturidade da cana não influenciou na ingestão.

Estudando diferentes métodos de fornecer uréia, com melaço no cocho e com água ou melaço pulverizado sobre a cana, ALVAREZ *et alii*<sup>4</sup> obtiveram consumo médio de 6 kg MS/animal/dia, não havendo diferença estatística entre os métodos. Entretanto, SILVESTRE *et alii*<sup>123</sup> encontraram superioridade de consumo da uréia misturada à cana, comparando com uréia mais melaço. Para consumo de cana igual 5 kg<sup>MS</sup>/animal/dia, a ingestão de uréia ficou entre 100 a 150g/dia (ALVAREZ & PRESTON<sup>2</sup>, SILVESTRE *et alii*<sup>124</sup> e LOSADA *et alii*<sup>62</sup>).

SILVESTRE *et alii*<sup>121</sup> trabalhando com bovinos em crescimento, estudaram os efeitos do amido, de proteína e de óleos não saturados em dietas à base de cana-de-açúcar. Os

alimentos utilizados foram: farinha de carne, farinha de mandioca e óleo de amendoim. Obtiveram consumo médio da ração entre os tratamentos de 4 kg MS/animal/dia e índice de consumo de 1,8 kg MS/100 kg PV, mostrando que não houve diferença nos alimentos utilizados. Entretanto, FERREIRO *et alii*<sup>37</sup> estudando combinações de aminoácidos essenciais através da mistura de farelo de soja e farelo de arroz, obtiveram consumo de 6,6 kg MS/animal/dia da ração, superior aos dados encontrados no trabalho de (SILVESTRE *et alii*<sup>121</sup>). Afirmaram os autores que o farelo de arroz contém teores relativamente elevados de aminoácidos sulfurados e o amido parece passar intacto através do rúmen, talvez por causa do óleo, que retarda o ataque microbiano sobre a proteína e o amido. Desta forma, há maior eficiência na passagem dos nutrientes para o trato inferior dos animais.

Com a finalidade de encontrar suplementos que apresentassem características nutricionais semelhantes ao farelo de arroz, FERREIRO *et alii*<sup>31</sup> encontraram consumo médio de 13 kg/animal/dia de cana, quando combinaram cana, folha de bananeira e milho, semelhante aos obtidos com farelo de arroz. Entretanto, os resultados alcançados por ROWE & PRESTON<sup>107</sup> associando cana mais folha de bananeira, mostraram diminuição no índice de consumo de 2,2 para 1,7 kg MS/100 kg PV com aumento da percentagem de cana. Os autores explicaram que altos níveis de cana podem diminuir a velocidade do "turnover" do rúmen e conseqüentemente provocar redução na síntese de proteína microbiana (ISSACSON *et alii*<sup>50</sup>). Os trabalhos de RUIZ *et alii*<sup>108</sup> com farelinho de trigo e RAVELO *et alii*<sup>104</sup> com farinha de mandioca, mostraram uma baixa ingestão de cana, cerca de 2,5 kg MS/animal/dia. Os autores justificaram

os resultados afirmando que houve uma rápida digestão destes alimentos no rúmen (100% MS após 24 horas).

O consumo da cana tem aumentado com suplementos que possuem nutrientes que passam intactos através do rúmen (PRESTON<sup>90</sup> e PRESTON & LENG<sup>93</sup>). Este consumo também está relacionado com a velocidade do fluxo do fluido ruminal (PRIEGO *et alii*<sup>97</sup>). Em razão disto, HUNGATE<sup>48</sup> afirmou que este parâmetro poderia ser melhorado, aumentando-se o número de refeições diárias, fato este não confirmado pelo trabalho de (PRIEGO & LORA<sup>98</sup>). Nesta pesquisa os animais alimentados uma vez ao dia, mostraram haver consumido 85% de MS após 12 horas de alimentação, enquanto os de quatro vezes ao dia, em 12 horas tinham consumido 65%, atingindo os 85% somente com 24 horas.

Quando a cana-de-açúcar é cortada, imediatamente começa sua fermentação provocando uma redução no pH e °Brix, com produção de ácidos orgânicos e álcool (GONZALEZ & MACLEOD<sup>42</sup>). O trabalho de MEYRELLES & PRESTON<sup>67</sup> não mostrou diferença no consumo, cerca de 15 kg/animal/dia, com cana fresca e fermentada e 11 a 13°Brix, mas ALVAREZ *et alii*<sup>3</sup> obtiveram um consumo de 20 e 17 kg/animal/dia para a cana nas mesmas condições, porém com 19,5 °Brix.

Do exposto pode-se concluir que as fontes proteicas normalmente utilizadas nos trópicos, como farelo de soja, torta de algodão e farelo de amendoim, apresentaram os mesmos efeitos no consumo de cana-de-açúcar, provocando ingestão ao redor de 4 kg MS/animal/dia, em bovinos em crescimento, confirmando o trabalho de MINOR *et alii*<sup>72</sup>, que afirmaram que a digestão da cana é extremamente estável e não é influenciada pela adição de amido ou suplemento protéico. A influência positiva do farelo de arroz se deve principalmente

ã presença dos aminoácidos limitantes da cana-de-açúcar, e pela passagem intacta de parte de seus nutrientes através do rúmen.

### 2.1.2. Coeficientes de digestibilidade e balanço de nitrogênio.

A análise química ou bromatológica dos alimentos é, sem dúvida, o primeiro passo para sua avaliação; todavia é, necessário conhecer a quantidade de cada nutriente, que o animal tem condições de utilizar. Esta informação é obtida medindo-se sua digestibilidade. A digestibilidade do alimento, basicamente, é a sua capacidade em permitir que o animal utilize seus nutrientes em maior ou menor escala. Essa capacidade é expressa pelo coeficiente de digestibilidade (CD) do nutriente em apreço e é uma característica do alimento e não do animal (SILVA & LEÃO<sup>115</sup>).

A cana-de-açúcar é um alimento que pode ser caracterizado por apresentar dois componentes em maiores proporções: açúcares e material fibroso. A utilização destes materiais é bastante diferente, isto é, o açúcar parece ser rapidamente fermentado no rúmen, enquanto os carboidratos estruturais como celulose, hemicelulose e pectinas, são substâncias utilizadas lentamente. VALDEZ & LENG<sup>128</sup>, obtiveram CD de 65% para matéria seca da cana indicando que a digestibilidade da fibra é baixa, visto que 55% desta percentagem é açúcar contido na matéria seca e este é totalmente digerido. O CD para fibra bruta encontrado por estes autores foi 20% aproximadamente.

Entretanto, MONTPPELLIER & PRESTON<sup>74</sup> encontraram

CD da MS igual a 61%, e estimaram que 90% do total digerido das dietas de cana desaparece no rúmen. Este nível é muito alto, se comparando aos 74% das dietas à base de cevada e de 50 a 70% para forrageiras de clima temperado, conforme Philips, citado por (ALVAREZ & PRESTON<sup>2</sup>). Os autores afirmaram que devido a alta digestibilidade de seus nutrientes e sendo sua fermentação rápida quando comparada à do amido e carboidratos estruturais, os animais com dietas à base de cana tem aumento imediato da necessidade em nitrogênio.

Os trabalhos de FERREIRO & PRESTON<sup>33</sup> e MONTPELLIER & PRESTON<sup>73</sup> mostraram que o CD da MS da cana descortificada foi superior ao da cana picada, 70% e 64% respectivamente, assim como da cana sem ponta sobre a cana inteira. Estes dados foram confirmados por FERREIRO & PRESTON<sup>32</sup>; entretanto, os autores afirmaram que a inclusão da ponta de cana aumentou o consumo.

O tamanho das partículas também não afetou a digestibilidade da matéria seca da ponta da cana, conforme mostrou o trabalho de (SALAIIS *et alii*<sup>111</sup>). Resultados semelhantes foram obtidos por MONTPELLIER & PRESTON<sup>75</sup> com partículas de cana que variaram de 2 a 20mm, encontrando um CD para MS ao redor de 67%. Os mesmos autores, adicionando diferentes teores de farelo de arroz na dieta, não obtiveram resposta significativa na digestibilidade da MS, concluindo que o tamanho das partículas da cana, assim como o farelo de arroz, não influenciaram na sua digestibilidade.

BANDA & VALDEZ<sup>8</sup> compararam através do CD da MS, cana com 8 e 16 meses de idade e 13 e 16 °Brix. Os CD encontrados foram 58% e 71%, mostrando que a alta digestibilidade da cana madura contrastou com as demais gramíneas tropicais,

pois seu valor nutritivo aumentou com a idade.

Adições de uréia e de ácido propiônico melhoraram os CD da MS da cana, conforme o trabalho de (FERREIRO *et alii*<sup>35</sup>). Os autores obtiveram 72% ou CD com 16g uréia/kg cana e 71% com 30 ml ácido propiônico/kg de cana.

FFOULKES & PRESTON<sup>40</sup> não obtiveram resultado significativo na digestibilidade da MS da cana, quando lhe adicionaram folhas de bananeira ou ramas de mandioca.

## 2.2. Fatores que afetam a fermentação ruminal com dietas à base de cana-de-açúcar.

### 2.2.1. pH, ácidos graxos voláteis e amônia no rúmen.

Os ácidos graxos voláteis (AGV) encontrados no rúmen são provenientes quase que em sua totalidade da fermentação dos carboidratos dietéticos. Estes ácidos constituem a maior fonte de energia para os ruminantes, considerando que somente uma pequena parte dos carboidratos escapa à degradação no rúmen, após serem ingeridos pelos animais.

A concentração total de AGV no rúmen e a respectiva quantidade de cada um depende tanto da composição da ração, quanto do regime alimentar.

Dietas ricas em amido e sacarose favorecem a formação de ácido propiônico e, em termos gerais, os alimentos que são rapidamente fermentados tendem a produzir menos ácido acético; isto se explica pela diminuição do pH no rúmen, favorecendo inclusive a proliferação de microorganismos que produzem ácido propiônico, conforme Balch & Rowland citado

por (SILVA & LEÃO<sup>116</sup>).

Estudo da produção quantitativa dos ácidos graxos no rúmen é difícil, porque a concentração de um determinado metabólico em um dado momento no rúmen, depende da taxa de produção, a qual está na dependência da concentração do metabólico e do pH, da absorção pelas paredes do rúmen, da passagem do material para omaso e abomaso, da diluição do material com a saliva, da utilização do metabólico pelos microorganismos e de sua conversão para outros metabólicos.

A atividade proteolítica no rúmen é essencialmente uma função microbiana, já que enzimas proteolíticas não são secretadas neste compartimento. Isto é devido à contribuição de bactérias e protozoários.

A desaminação parece ser mais lenta que a proteólise. Portanto, imediatamente após o animal receber alimento, pode haver aumento na concentração de aminoácidos no rúmen, mas depois de certo tempo, o teor volta ao normal, ocorrendo o máximo de produção de amônia três horas após alimentação (SILVA & LEÃO<sup>117</sup>).

Chalmers citado por CHURCH<sup>22</sup>, mostrou que a correlação é baixa entre degradação de proteínas no rúmen e utilização do nitrogênio pelo animal. Segundo este autor a ração ideal para uma máxima utilização de nitrogênio não seria a proteína com alta digestibilidade, mas com baixa solubilidade. Isto se baseia no fato de que alta concentração de amônia no rúmen indica pouca retenção de nitrogênio pelo ruminante. É necessário que haja uma quantidade adequada de nitrogênio para atender as necessidades de crescimento e atividade dos microorganismos. Essa amônia é utilizada pelos microorganismos, principalmente bactérias, dependendo da energia dispo

nível para a síntese da proteína microbiana. A desvantagem da absorção da amônia pelas paredes do rúmen é que nem a amônia e nem a uréia poderão ser utilizadas para a síntese de aminoácidos ~~essenciais~~ pelo animal. Essa degradação e nova síntese das proteínas, em muitos casos de melhor qualidade do que a original, explica porque a espécie ou a qualidade da proteína dietética é de menor importância para os ruminantes, do que para os não ruminantes. SILVESTRE *et alii*<sup>123</sup> mostraram que não houve diferença no padrão de fermentação ruminal de animais alimentados com diferentes níveis proteicos e energéticos, com rações à base de cana. Os resultados médios em % molar obtidos nas diferentes dietas foram: 50-60 de ácido acético, 25-32 de ácido propiônico e 12-20 de ácido butírico. Os autores concluíram que o padrão de fermentação ruminal de dietas com melaço mais uréia, deveria mostrar proporções molares mais baixas de ácido propiônico e mais alta de ácido butírico (menos glucogênica) que cana mais uréia (RAVELO *et alii*<sup>106</sup>). Resultados semelhantes foram obtidos por SILVESTRE *et alii*<sup>124</sup> e MINOR *et alii*<sup>71</sup> com animais recebendo cana mais uréia à vontade. O teor de amônia no fluido ruminal chegou até 38 mg/100 ml, sendo esta concentração obtida com farelo de arroz. Os resultados destes experimentos mostraram que em bovinos alimentados com cana-de-açúcar, o compartimento mais importante é o rúmen, em termos de disponibilidade de substratos energéticos. A ausência do efeito dos suplementos sobre a fermentação do rúmen, parece enfatizar seu provável papel como provedor de nutrientes essenciais no intestino delgado.

Fontes de nitrogênio também mostraram estabilidade da fermentação do rúmen com dietas à base de cana-de-açú-

car, conforme trabalho de (FERREIRO *et alii*<sup>36</sup>). As amostras foram tomadas no ato de alimentação e 3 horas após, e os valores de pH obtidos foram 6,7 e 6,3 respectivamente. Resultados semelhantes foram observados por FERNANDEZ *et alii*<sup>30</sup> com animais recebendo melaço + uréia (10%) e cana-de-açúcar. Entretanto LOZADA *et alii*<sup>62</sup> obtiveram pH ruminal superior aos encontrados por estes autores, com aumento da concentração de uréia no melaço e amostragens feitas 2 horas após alimentação.

Estudando a influência da farinha de carne, farinha de mandioca, óleo de amendoim e farelo de trigo, SILVESTRE *et alii*<sup>121</sup>, PRIEGO & LORA<sup>98</sup> e RUIZ *et alii*<sup>108</sup>, concluíram que estes alimentos também não modificaram a fermentação ruminal. Os autores mostraram que a concentração da amônia, 25 mg/100 ml, atingiu seu máximo com amostras feitas 4 horas após alimentação.

Os trabalhos de VALDEZ *et alii*<sup>127</sup>, PRIEGO *et alii*<sup>101</sup> e ELLIOTT *et alii*<sup>27</sup>, mostraram que diferentes teores de farelo de arroz e de farinha de mandioca não influenciaram nos valores de pH do conteúdo ruminal, que o mesmo foi alto durante o período de 24 horas, caindo somente após a alimentação. Com relação à concentração de amônia, ela aumentou após alimentação, havendo um declínio em seguida. Estes alimentos não apresentaram efeito na concentração dos ácidos graxos voláteis totais e mostraram um pequeno declínio na % molar do acetato, com crescimento do propionato. Os resultados confirmaram o trabalho de MINOR *et alii*<sup>71</sup> quando mostraram que a fermentação não é afetada por suplementos protéicos e energéticos e que estes não têm papel dominante na digestão e produtos finais do rúmen, com dietas à base de cana. LOPEZ *et alii*<sup>59</sup> mostraram que a % molar dos AGV não foi in-

fluenciada pelo métodos de oferecer farelo de arroz junto ou separado à cana-de-açúcar.

Observando distúrbios metabólicos que poderiam ocorrer em animais que sofressem mudança gradual e brusca de dietas à base de cana-de-açúcar, PRIEGO *et alii*<sup>101</sup> concluíram que a % molar dos AGV foi típica das observadas nos demais trabalhos e que há uma pequena possibilidade de ocorrer problemas metabólicos durante o tempo de adaptação com dietas à base de cana, quando feita rapidamente.

Estudando o efeito de nível de ácido propiônico em dietas à base de cana, PRIEGO & SUTHERLAND<sup>100</sup> concluíram que pH foi sempre alto, 6,7 a 6,8, com amostras feitas 1, 3 e 6 horas após alimentação. Não houve efeito significativo na concentração de AGV total, entretanto a % molar do propionato tendeu a crescer, enquanto o acetato caiu, com aumento do nível de ácido propiônico.

Com objetivo de estudar o efeito da maturidade da cana sobre a fermentação ruminal, ALVAREZ & PRESTON<sup>1</sup> e FERREIRO *et alii*<sup>34</sup>, trabalharam com cana madura e imatura. Concluíram não haver diferença estatística na % molar dos ácidos acético, propiônico e butírico, assim como no pH com amostras feitas 3 horas após alimentação.

Com relação aos efeitos do tamanho das partículas da cana, SILVESTRE *et alii*<sup>120</sup> e MONTPELLIER *et alii*<sup>76</sup>, mostraram que % molar do ácido butírico aumentou com partículas finas, enquanto a do ácido propiônico foi maior nas partículas grossas em amostragens feitas 0, 2, 3, 4 e 5 horas após alimentação.

Os resultados dos trabalhos mostraram que em die-

tas à base de cana-de-açúcar, os valores de pH são iguais àqueles encontrados nas diferentes dietas, cerca de 6,5 a 7,0 e a % molar dos ácidos graxos voláteis acético, propiônico e butírico, assim como a concentração de amônia não são afetados por suplementos proteicos e energéticos (teores e fontes). A concentração máxima de amônia foi obtida com amostras realizadas 3 a 4 horas após alimentação.

## 2.2.2. Protozoários no rúmen

### 2.2.2.1. Número de protozoários

Nos ruminantes mantidos com alimentos próprios de clima temperado, gramíneas, fenos e concentrados, o teor de açúcar solúvel no rúmen tende a ser menor (PHILLIPSON & MCANALLY<sup>88</sup>). Em contraste, os animais alimentados nos trópicos, recebendo melaço, PRESTON & WILLIS<sup>95</sup>, ou cana-de-açúcar, VALDEZ *et alii*<sup>127</sup> provavelmente acusarão alto teor de açúcar livre no rúmen, especialmente se o melaço for usado continuamente.

Os protozoários Holotricha utilizam açúcar solúvel muito mais rapidamente que os Entodinia (HEALD & OXFORD<sup>46</sup>). Desta forma, aqueles protozoários são muito mais importantes que estes nas condições tropicais (VALDEZ *et alii*<sup>127</sup>).

O número de protozoários Holotricha é alto em animais alimentados com melaço BOODOO *et alii*<sup>14</sup> e cana-de-açúcar, VALDEZ *et alii*<sup>127</sup>, mas pouco se conhece da influência da cana no aumento de seu número.

Os trabalhos de PURSER & MOIR<sup>103</sup> e BOYNE *et alii*<sup>15</sup>

mostraram que não houve diferença na densidade populacional de ciliados entre a parte superior e inferior (fundo) do rúmen, com animais alimentados em clima temperado. Entretanto, com animais alimentados à base de cana-de-açúcar, houve predominância de *Holotricha* no fundo do rúmen (MINOR *et alii*<sup>71</sup>). Eles ficam pesados (cheio de amido) e tendem a afundar rapidamente, especialmente com animais alimentados com dieta rica em melaço; mesmo na ausência de substrato, os *Holotricha* tendem a se juntarem e afundar (WALDEZ *et alii*<sup>127</sup>).

A densidade populacional dos Entodínia, normalmente decresce após alimentação, mas em seguida há um aumento lento ou rápido (dependendo da espécie) até atingir valor similar ao da pré-alimentação (MICHALOWSKI<sup>69</sup>). Entretanto, WARNER<sup>131</sup> e MICHALOWSKI<sup>69</sup> afirmam que o número de *Holotricha* descreve constantemente após alimentação (20 horas) não havendo, portanto, multiplicação durante este período.

CLARKE<sup>24</sup> verificou aumento no número de *Holotricha* em bovinos alimentados com trevo vermelho, nas duas primeiras horas após alimentação, e em seguida um declínio até atingir o valor original. O autor explicou que este decréscimo parece ser devido à sua desintegração, provocada pela síntese-excessiva de amido intracelular. Resultado semelhante foi encontrado por VALDEZ *et alii*<sup>123</sup> com cana-de-açúcar. Entretanto, estes autores acreditam que o decréscimo de *Holotricha* neste experimento tenha sido devido ao assentamento dos protozoários no fundo do rúmen. Essa hipótese foi confirmada por VAN HAYEN & PRINS<sup>129</sup>, que trabalhando com carneiros, obtiveram amostras de todos os pontos do rúmen.

#### 2.2.2.2. Função dos protozoários no metabolismo

Os protozoários ciliados não se estabelecem nos ruminantes jovens, a menos que eles tenham contato direto com animais que já possuem protozoários no rúmen. Este fato ocorre, porque nenhum ciliado do rúmen produz forma viável quando expostos ao ar, ou outra condição adversa por longo período. Eles são obtidos pela ingestão ruminal ou saliva contaminada por esta ingesta.

De acordo com Eadie, citado por BRYANT<sup>19</sup>, o pH do conteúdo ruminal é o fator mais importante para estabelecimento dos ciliados em ruminantes jovens. A acidez é resultado da fermentação láctica ~~do rúmen~~. Quando os animais começam a ingerir forragens o pH eleva-se por ser um alimento menos fermentável e também devido ao aumento da secreção salivar alcalina, quando as condições se tornam favoráveis para o estabelecimento de uma população de ciliados. Os Entodinia podem estabelecer-se quando o pH do rúmen atinge 6,0 e os Holotricha com 6,5.

Muitos ensaios sobre a utilização de carboidratos e outros nutrientes, tem sido feitos com protozoários separados mecanicamente das bactérias. Os protozoários utilizam sacarose mais rapidamente que as bactérias. Os Holotricha assimilam rapidamente açúcares solúveis e 82% deste açúcar pode ser armazenado como amido, enquanto os Entodinia digerem celulose.

A concentração dos protozoários no rúmen aumenta quando proteína é adicionada à ração. Isto é resultado da melhora do apetite e maior utilização dos alimentos. Os protozoários do rúmen tem intensa atividade proteolítica, ingerem

bactérias e predam outros protozoários (SILVA & LEÃO<sup>118</sup>).

### 2.2.2.3. Digestão dos protozoários

A digestão dos protozoários tem seu início no abomaso, onde eles se tornam inativos e começam a desintegrar. Os fatores envolvidos na digestão não são bem claros, mas a acidez pode ser um deles. Somente 2% do nitrogênio que passa para o intestino delgado é proveniente dos protozoários (WEL-  
LER & PILGRIN<sup>132</sup>).

O amido armazenado pelos protozoários parece ser importante ao hospedeiro, quando as células são digeridas no abomaso e intestino delgado, enquanto os resultados experimentais mostraram que uma quantidade insignificante de açúcar tornou-se disponível por este processo (HUNGATE<sup>48</sup>).

Estudando a influência do nível de proteína, SIL-  
VESTRE *et alii*<sup>123</sup> mostraram diminuição na quantidade de Ento-  
dina (1,8 para  $1,1 \times 10^4$ /ml) e de Holotricha (1,56 para  
1,12"PCV%"<sup>(a)</sup>), com aumento da quantidade de proteína, no en-  
tanto, estas diferenças não foram significativas. Com adi-  
ção de milho, mas sem proteína suplementar, houve aumento de  
Holotricha, enquanto os Entodina permaneceram sem variação.  
Resultados semelhantes foram encontrados por SILVESTRE *et*  
*alii*<sup>124</sup> estudando diversos teores de uréia no melaço e por  
FERREIRO *et alii*<sup>36</sup> trabalhando com diferentes fontes de nitro-  
gênio, quando também não encontraram diferença estatística  
no número de protozoários, mostrando que as diferentes dietas  
estudadas não influenciaram na biomassa protozoária. Entre-  
tanto, MINOR *et alii*<sup>71</sup> encontraram aumento no número de Holo-  
(a) PCV = "packed cell volume", % conteúdo ruminal.

tricha e diminuição de Entodinia, quando compararam uréia misturada ao melaço e à água.

PRIEGO *et alii*<sup>100</sup> também não encontraram diferença estatística no número de Holotricha e Entodinia, estudando níveis de farelo de arroz e de farinha de mandioca com amostragens feitas às 3 e 6 horas após alimentação. Entretanto, com amostras feitas no ato da alimentação e após 3 horas, houve diferença no número de protozoários.

Teores de ácido propiônico também não afetaram a quantidade de biomassa protozoária. Somente ocorreu diferença com amostras feitas entre 1 hora antes da alimentação e 6 horas após alimentação (PRIEGO & SUTHERLAND<sup>99</sup>). Resultados semelhantes foram obtidos por PRIEGO *et alii*<sup>97</sup> com mudança gradual e brusca de dietas à base de cana. HUNGATE<sup>49</sup>, mostrou através de amostras feitas até 6 horas após alimentação, que este tempo não foi suficiente para os microorganismos se multiplicarem; por isso os experimentos não apresentaram diferença quando compararam tempos de amostragem, após 3 horas.

As diferenças ocorridas no número de Holotricha e Entodinia com amostras feitas com animais em jejum (entre refeições) e 3 horas após alimentação, foram explicadas por PRIEGO & LENG<sup>96</sup>, quando mostraram que maior concentração de protozoários ocorre quando o rúmen está no máximo de sua contração. Os menores valores foram encontrados quando os animais estavam descansando ou ruminando, estando os microorganismos no fundo, ou deslocado para as paredes do rúmen. Estas afirmações foram confirmadas por MINOR *et alii*<sup>7D</sup> quando compararam amostras feitas através de cânulas e com sacrifício dos animais.

O trabalho de VALDEZ *et alii*<sup>127</sup> mostrou que, de modo geral, os resultados indicam que há distintas fases na utilização dos substratos pelos protozoários após a alimentação. Inicialmente eles estão armazenando amido através dos açúcares solúveis e provavelmente as bactérias estão fermentando estes açúcares. A diminuição de acetato e aumento de propionato, pouco depois da alimentação, possivelmente está relacionada com a fermentação bacteriana dos açúcares. Os *Holotricha* produzem ácido acético, butírico e láctico, como principais produtos da fermentação, além de traços de ácido propiônico. O aumento do acético até o número original, antes da alimentação, provavelmente seja devido à fermentação do amido armazenado pelos protozoários (HUNGATE<sup>49</sup>). Com a redução dos açúcares no meio e armazenamento de amido, a digestão da celulose que é mínima, aumenta em importância, indicada que é pelo aumento de acetato.

Do exposto, pode-se observar que embora houvesse uma variação na biomassa protozoária em dietas à base de cana-de-açúcar, o número de *Holotricha* e *Entodinia* não foram estatisticamente diferentes, concluindo-se que as diversas dietas estudadas não influenciaram no seu número. É importante salientar também, que o método de contagem denominada "PCV" é uma estimativa do número de protozoários existentes no conteúdo do rúmen, sendo portanto sujeito a grandes variações.

### 2.3. Fatores que afetam níveis de glicose e uréia com dietas à base de cana-de-açúcar.

#### 2.3.1. Glicose no plasma sanguíneo

Quimicamente, o amido é um polissacarídeo formado pela união de açúcares simples em ligações  $\alpha$  glicosídicas. É rapidamente fermentado no rúmen, formando ácidos graxos voláteis e não voláteis, que posteriormente no intestino delgado são despolimerizados à glicose pela ação dos sucos digestivos, principalmente pelas enzimas amilase e ~~malta~~ do suco pancreático.

O ácido graxo volátil que tem uma real contribuição para síntese de glicose no animal é o propiônico sendo o seu precursor quantitativamente mais importante (ANNISON *et alii*<sup>5</sup>). A contribuição do propionato na formação de glicose em alguns casos chega à 54% (LENG *et alii*<sup>57</sup>). Embora tenha sido demonstrado que a produção de propionato é suficiente para cobrir às exigências de glicose, alguns autores indicaram que apenas cerca de 30% do propionato é transformado em glicose, sendo grande parte do ácido graxo convertido para lactato. Todavia, parece que a contribuição do lactato para formação de glicose é cerca de 20% (SILVA & LEÃO<sup>116</sup>). Há também, trabalhos mostrando que apenas 20% de glicose formada no corpo é oriunda do propionato, e parece que esta taxa de conversão depende do nível de alimentação do animal em relação às suas exigências (BERGMAN *et alii*<sup>11</sup>).

A proteína pode também ser uma fonte de glicose, sendo que o metabolismo de 100g de proteína chega a produzir de 50 a 60g de glicose segundo Krebs, citado por (ARMS-

TRONG<sup>6</sup>). Trabalhos indicam que 8 a 24% da glicose do corpo do animal é originária de aminoácidos. Todavia, estes trabalhos foram realizados com aminoácidos do plasma e não do tecido, onde eles são mais concentrados (LINDSAY<sup>58</sup>).

O glicerol pode ser também outra fonte de glicose, contribuindo com cerca de 5% da glicose no animal bem alimentado e podendo chegar a 23% no animal em jejum (BERGMAN *et alii*<sup>12</sup>).

Poucos são os trabalhos que mostraram o metabolismo de glicose com bovinos alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar.

Trabalhos que visaram determinar os efeitos de diferentes teores de farelo de arroz e farinha de mandioca na concentração de glicose no plasma, mostraram não haver diferença estatística. A concentração média de glicose foi 70mg/100 ml com amostras feitas 4 horas após alimentação e 90 mg/100 ml para amostragens de 7 horas (RAVELO *et alii*<sup>105</sup>).

ELLIOTT *et alii*<sup>27</sup> e RAVELO *et alii*<sup>105</sup> encontraram uma relação linear entre a taxa de entrada de glicose <sup>no plasma</sup> e quantidade de farelo de arroz. Isto sugere uma absorção de glicose a partir da degradação enzimática dos polímeros de glicose no duodeno.

FERREIRO *et alii*<sup>31</sup> encontraram concentração de polímero de glicose inferior aos obtidos por ELLIOTT *et alii*<sup>27</sup>. Sugeriram estes autores que a concentração destes polímeros está na dependência da quantidade de grãos de arroz e de sua granulação no farelo, mostrando no seu trabalho, que o farelo de arroz tinha 23% de amido enquanto no de ELLIOTT *et alii*<sup>27</sup> chegou a 52%. O efeito da granulação foi comprovado pelo trabalho de WALDO<sup>130</sup>, quando encontrou variações na concen-

tração de polímero de glicose em diferentes granulações de milho.

MOORE *et alii*<sup>78</sup> trabalhando com gramínea mais formaldeído, glicose, metionina e combinações destes suplementos, também não encontraram diferença estatística na concentração de glicose no plasma. O mesmo ocorreu com KOENIG & BOLING<sup>53</sup>, com dietas contendo 10 e 20% de proteína bruta. Os autores mostraram que houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) na concentração de glicose, com amostras feitas às 4 e 7 horas e não entre as rações.

Os trabalhos mostraram que a concentração de glicose no plasma não é afetada por níveis de proteína e energia, em dietas de cana-de-açúcar.

### 2.3.2. Uréia no plasma sanguíneo

O trabalho de PRESTON *et alii*<sup>94</sup> mostrou que o teor de uréia no plasma pode indicar se o suprimento protéico da dieta está adequado. Esta afirmação está baseada na alta correlação ( $r = 0,986$ ) encontrada pelos autores, entre a concentração de uréia no plasma e a quantidade de proteína consumida.

Poucos foram os pesquisadores que se preocuparam em determinar a concentração de uréia no plasma com dietas à base de cana. Exceção foi o trabalho de MEYRELLES *et alii*<sup>66</sup> que tiveram como objetivo substituir a cana-de-açúcar por rama de mandioca, trabalhando com bovinos em crescimento. Os autores não encontraram diferença estatística na concentração de uréia no plasma nas diferentes relações de cana e rama estudadas. O valor médio de uréia encontrado foi 12,8 mg/100ml

com amostras feitas às 2 e 4 horas após alimentação e o total médio de nitrogênio consumido pelos animais foi 70g/dia.

Com a finalidade de estudar o efeito da quantidade de proteína das dietas na concentração de uréia no plasma, KUMAR *et alii*<sup>55</sup> trabalharam com bovinos em crescimento e dietas contendo 100 e 50% de suas exigências nutricionais. Os resultados de uréia encontrados foram 22 e 15mg/100 ml para as duas rações, respectivamente. Os autores concluíram que a uréia no plasma pode ser usada na avaliação do estado nutricional de ruminantes, tendo em vista a alta correlação ( $r = 0,832$ ) entre o nitrogênio consumido e uréia no plasma.

Os níveis de proteína bruta das dietas afetaram estatisticamente ( $P < 0,05$ ) a concentração de uréia no plasma. Isto ficou demonstrado pelos trabalhos de FENDERSON & BERGEN<sup>29</sup> e BYERS & MOXON<sup>21</sup> com bovinos em crescimento e quantidades de proteína bruta que variaram de 10 a 40% e pesquisas de KOENIG & BOLING<sup>53</sup> com ovinos adultos e teores de 10 e 20% de proteína bruta. Os teores de uréia encontrados no plasma, foram 7 a 21 mg/100 ml, com amostragens feitas logo após a alimentação. Resultados semelhantes foram obtidos por KOENIG *et alii*<sup>54</sup> quando estudaram os efeitos das combinações de energia (3,0 e 3,75 <sup>Kcal</sup> energia digestível/g) com proteína bruta (8 e 16%) na concentração de uréia no plasma. Concluíram que os maiores níveis de uréia se ~~de~~ com 16% proteína bruta, independentemente dos valores de energia.

HORTON & NICHOLSON<sup>47</sup> encontraram concentração de uréia de 20 mg/100 ml em dietas constituídas de palha de trigo mais 2% de uréia ou com 60% de feno de alfafa.

Ainda estudando a utilização de nitrogênio, BERGER *et alii*<sup>10</sup> trabalhando com ovinos em crescimento, não en-

contraram diferença estatística, quando combinaram com uma ração basal diferentes quantidades de uma silagem constituída de fezes de suino e milho. Neste trabalho a concentração máxima de uréia encontrada foi 7 mg/100 ml. Os mesmos autores, combinando esta silagem e feno de gramínea na relação 60:40, obtiveram 18 mg de uréia/100 ml, com amostras feitas 6 horas após a alimentação.

Do exposto, pode-se concluir que era esperado a diferença estatística ocorrida entre os níveis de uréia no plasma, com as diferentes percentagens de proteína bruta das dietas. Isto porque, entre as rações propostas nos diferentes trabalhos, houve variação de 10% de proteína bruta e as pesquisas mostraram que há uma alta correlação entre nitrogênio ingerido e o nível de uréia no plasma sanguíneo.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Local

Este trabalho foi conduzido na Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de São Carlos, base física da EMBRAPA - Ministério da Agricultura, localizada na região central do Estado de São Paulo, distante 224 km da Capital, com altitude aproximada de 850 metros. O município de São Carlos está situado a 22°01' de latitude sul 47°53' de longitude oeste de Greenwich. Apresenta clima do tipo CWbi, segundo classificação de KOEPPEN (1948) cujas características são as de clima temperado chuvoso, com inverno seco e temperaturas médias do mês mais frio (junho) de 16,5°C e a do mês mais quente (janeiro) de 21,5°C. A precipitação média anual é de 1.495 mm, sendo o mês de julho o mais seco, com 27 mm de média, e o de janeiro, o mais chuvoso com 260 mm de média. O período de seca geralmente se estende de abril a setembro e o da águas, de outubro a março.

Segundo o Boletim do Serviço Nacional de Pesquisa Agronômica do MINISTÉRIO DA AGRICULTURA<sup>17</sup> os solos na área possuem características de perfis latossólicos, predominando

o latossolo Vermelho Escuro (LVE), fase arenosa.

### 3.2. Animais

Foram utilizadas quatro novilhas 7/8 Holandês x Zebu, com idade média de 23,5 meses e fistuladas no rúmen, segundo a técnica de (PERRY & MACLEOD<sup>86</sup>).

O peso médio dos animais para o experimento foi 238,75 kg, sendo o mais leve de 230,00kg e o mais pesado de 245,00 kg, conforme Tab. 1.

TABELA 1 - Características dos animais escolhidos para o experimento.

Número	Data nascimento	Grau de sangue	Peso (kg)
622	08/06/78	7/8 Holandês x Zebu	240
623	16/08/78	7/8 Holandês x Zebu	240
624	16/08/78	7/8 Holandês x Zebu	245
668	15/10/78	7/8 Holandês x Zebu	230

Todos os animais eram identificados com brinco de plástico na orelha direita.

### 3.3. Tratamentos

Os tratamentos utilizados no experimento foram os seguintes:

A - 1500 g de fubã de milho + 300 g farelo de soja + 100 g uréia + cana-de-açúcar.

B - 1500 g de fubã de milho + 600 g farelo de soja + 100 g uréia + cana-de-açúcar.

C - 1500 g de fubã de milho + 900 g farelo de soja + 100 g uréia + cana-de-açúcar.

D - 1500 g de fubã de milho + 1200 g farelo de soja + 100 g uréia + cana-de-açúcar.

Para confecção do concentrado, misturou-se ao farelo de soja (*Glycine wightii* Willd) o milho (*Zea mays* L.) desintegrado em moinho martelo com peneira grossa. Posteriormente a estes alimentos juntava-se a uréia. A cana-de-açúcar (variedade CB.36.24) utilizada como único volumoso, foi picada entre 15 e 20 mm e oferecida "ad libitum". Ao concentrado foi adicionado 80g/animal/dia de um sal mineralizado constituído de cloreto de sódio e 15% de minerais fornecidos por uma mistura comercial denominada Super Bayphos de composição conhecida. O sal mineralizado, juntamente com fosfato bicálcio ficaram à vontade nas bacias experimentais.

O milho foi obtido na própria UEPAE-São Carlos, o farelo de soja e uréia no comércio local e a cana-de-açúcar na Fazenda do Engenho, no município de São Carlos.

A cana-de-açúcar utilizada foi a variedade CB. 36.24 e sua composição química encontra-se na Tab. 2.

TABELA 2 - Composição química da cana-de-açúcar - Variedade CB. 36.24

Brix (caldo)	20,40
Pol (caldo)	77,50
Sacarose (% caldo)	18,58
Sacarose (% cana)	14,86
Brix (% cana)	17,18
Fibra (%)	13,64
Pureza (%)	86,50

A composição bromotológica dos alimentos utilizados nas formulações das dietas encontram-se na Tab. 3.

### 3.4. Delineamento Experimental

A comparação entre as médias dos quatro tratamentos foi feita de acordo com delineamento em quadrado latino 4 x 4, proposto por PIMENTEL GOMES<sup>89</sup>, com o seguinte esquema:

<u>Período/animal</u>	<u>699</u>	<u>624</u>	<u>623</u>	<u>622</u>
I	A	B	C	D
II	C	D	A	B
III	D	C	B	A
IV	B	A	D	C

Para comparar entre si as diversas médias dos tratamentos foi usado o teste Tukey.

### 3.5. Fases Experimentais

#### 3.5.1. Fase Pré-Experimental

O experimento foi conduzido em quatro períodos, de 22/10/80 a 10/03/81, e cada período era composto de duas fases, a primeira pré-experimental com duração de 21 dias e a segunda, experimental com 12 dias, sendo 7 dias para se determinar o consumo e 5 dias, para amostragens do conteúdo do rúmen e de sangue, assim como, para colheita total de fezes e urina.

Na fase pré-experimental, os animais foram confinados individualmente em bacias de alvenaria, medindo

TABELA 3 - Composição bromatológica dos alimentos nos quatro períodos experimentais<sup>a</sup>

Alimentos	MS <sup>b</sup>	PB	FB	FDN	FDA	CC	EB (cal/g)
Milho	88,73	10,70	3,93	40,56 40,56	6,44	57,44	4.249,7
Farelo de soja	90,99	51,66	8,25	14,21 40,44	12,72	57,79	4.320,8
Uréia <sup>c</sup>	100,00	262,00	-	-	-	-	-
Cana-de-açúcar (P.I)	21,05	2,09	31,25	64,96	39,64	35,04	3.931,3
Cana-de-açúcar (P.II)	24,83	1,73	30,58	62,78	40,57	37,22	3.876,9
Cana-de-açúcar (P.III)	19,39	3,01	34,26	70,31	46,69	29,69	4.042,5
Cana-de-açúcar (P.IV)	22,71	1,92	30,29	64,36	39,45	35,64	3.841,1

a - Resultados em 100% de matéria seca

b - MS (matéria seca); PB (proteína bruta); FB (fibra bruta); FDN (fibra em detergente neutro); FDA (fibra em detergente ácido); CC (conteúdo celular) e EB (energia bruta).

c - Equivalente protéico.

4,20m x 2,85m, piso de cimento, cama de palha de arroz, bebedouro automático e cochos de cimento individuais para o concentrado e cana-de-açúcar.

As rações foram divididas em duas porções semelhantes e eram fornecidas diariamente às 8:00 e 16:00 horas. A cana-de-açúcar era oferecida sempre fresca, isto é, eliminavam-se as sobras quando do fornecimento da nova refeição. A cana era cortada no campo para dois dias e picada antes das refeições.

Nesta fase de adaptação, houve controle do consumo de alimentos, para se estabelecer a quantidade diária mínima a ser fornecida individualmente no início da fase experimental.

Os animais foram controlados contra endo e ectoparasitas e vacinados contra febre aftosa.

Ao final da fase pré-experimental, os animais foram pesados durante três dias, às 9:00 horas, antes do início da fase experimental.

### 3.5.2. Fase Experimental

Os animais também foram pesados no final dos períodos de consumo e colheita de fezes e urina.

A quantidade de alimento fornecida aos animais, foi estabelecida segundo tabelas no NATIONAL RESEARCH COUNCIL<sup>79</sup>, procurando atender às exigências em proteína bruta e nutrientes digestíveis totais.

Os animais permaneceram em bacias individuais durante 7 dias para determinar o consumo. Posteriormente, em

galpão de alvenaria e piso de cimento, foram contidos por corrente no pescoço durante 5 dias, para determinação da digestibilidade, dispondo de bebedouro automático e cocho de madeira individual para ração.

O concentrado e sal mineralizado eram colocados sobre a cana-de-açúcar e as sobras recolhidas e pesadas individualmente, antes de cada distribuição.

O piso onde permaneciam os animais foi coberto de plástico para colheita das fezes, e dois dias antes do início da colheita dos dados era colocado, via uretra de cada animal uma sonda de Foley, marca Bardco, calibre 20 com balão de 30 ml para colheita de urina. A mesma foi colhida em baldes de 20 litros, contendo cerca de 100 ml de ácido clorídrico - 37% (Carlos Erba) diluído com 50 ml de água destilada para manter o pH ao redor de 4,0 evitando assim, desprendimento de nitrogênio.

### 3.6. Amostragens

#### 3.6.1. Alimentos, fezes e urina

As amostras dos alimentos foram colhidas diariamente e depois de homogeneizadas, foi retirado uma alíquota de aproximadamente 100 gramas para análises.

Após a pesagem total diária das fezes e da urina de cada animal, as mesmas foram homogeneizadas e uma alíquota correspondente a 10% do total era guardada em um congelador a  $-10 \pm 1^{\circ}\text{C}$ . Desse total, após sofrer nova homogeneização, era retirado de 100 gramas para as análises.

### 3.6.2. Fluido ruminal

O fluido ruminal foi colhido durante 2 dias por período, nos tempos 0,2,4 e 6 horas, após a alimentação, com a finalidade de determinação do pH, dos ácidos graxos voláteis (acético, propiônico e butírico) e da amônia. Para determinação de ácidos graxos e amônia, foram colhidos aproximadamente 100 ml de fluido ruminal em 10 ml de  $H_3PO_4$  a 85% (ECIBRA) que eram posteriormente armazenados por três dias em geladeira, onde eram agitados três vezes ao dia, em seguida centrifugado a 35.000 g por dez minutos em uma centrífuga SORVAL-RC-5 a 5°C. O sobrenadante foi armazenado em congelador a  $-10 \pm 1^\circ C$ .

### 3.6.3. Plasma sanguíneo

O sangue foi retirado na veia jugular às 0 e 6 horas após a alimentação, durante um dia por período, para determinação de glicose e uréia no plasma. O sangue era colhido em tubos de 40 ml com 4 ml de citrato de sódio a 3,85% e centrifugado a 10.000 g durante 10 minutos em centrífuga tipo SORVAL-RC-5 a 5°C. O plasma era armazenado em congelador a  $-10 \pm 1^\circ C$ .

### 3.6.4. Conteúdo ruminal

As amostras foram colhidas durante um dia, por período, às 0 e 4 horas após a alimentação, com a finalidade de determinar-se o número de protozoários. Foram colhidos aproximadamente 10 ml do conteúdo ruminal e colocados em 10 ml de aldeído fórmico 37% (Reagen) diluídos com 10 ml de água destilada.

Para contagem dos protozoários, foi utilizado o método proposto por (PURSER & MOIR<sup>103</sup>).

### 3.7. Análises Químicas

#### 3.7.1. Alimentos, fezes e urina

A análise de composição bromatológica dos alimentos, fezes e nitrogênio da urina foi feita segundo os métodos recomendados pela (AOAC<sup>7</sup>).

Na determinação da fibra em detergente neutro (FDN) ou constituintes da parede celular e fibra em detergente ácido (FDA), foi utilizado o método proposto por (GOERING & VAN SOEST<sup>41</sup>).

A energia bruta foi realizada através da bomba calorimétrica adiabática, PARR, modelo 1241.

As fezes e a cana-de-açúcar foram levadas ao laboratório, pesadas, secas em estufa com circulação forçada de ar a 55°C durante 3 dias, trituradas em moinho tipo "Willie" com peneira de 1 mm e preparadas para determinação da matéria seca a 100-105°C.

#### 3.7.2. Fluído ruminal

##### 3.7.2.1. Ácidos graxos

Os ácidos graxos voláteis, acético, propiônico e butírico foram determinados por cromatografia em fase gasosa, usando cromatógrafo CG 37, com detector de ionização de chama com as seguintes características de operação: fluxo

35 ml/min de N<sub>2</sub>; temperatura da coluna 120°C; sensibilidade 0,3 nanos, atenuador 10<sup>-9</sup>; volume injetado 1 µl; coluna 0,16 x 120 cm de aço inoxidável, com TWEEM 80, 15% de H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 1,5% e Chromosorb W A-W DMCS como suporte.

A análise quantitativa da mistura a partir dos cromatogramas, foi feita por determinação gráfica, segundo (CIOLA<sup>23</sup>).

#### 3.7.2.2. Amônia

Determinada pelo método de (BASSETT *et alii*<sup>9</sup>).

#### 3.7.2.3. pH

Determinado utilizando potenciômetro FANEM-ORION mod. 301.

#### 3.7.3. Plasma sanguíneo

##### 3.7.3.1. Glicose

Determinada pelo método de Hyvarinen & Nikkila citado por (BONELL<sup>13</sup>).

##### 3.7.3.2. Uréia

Determinada pelo método de (WYBENGA *et alii*<sup>133</sup>).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As composições bromatológicas das dietas experimentais são apresentadas na Tab. 4.

### 4.1. Consumo e digestibilidade

#### 4.1.1. Consumo médio diário de matéria seca da cana-de-açúcar, dietas e índice de consumo.

O consumo médio diário de matéria seca da cana-de-açúcar, das dietas e índice de consumo, durante as fases experimentais, são apresentados na Tab. 5, por tratamentos, e os dados de análise estatística na Tab. 6.

Pela análise dos dados expressos nas Tab. 5 e 6, verificou-se que não houve diferença estatística ( $P < 0,05$ ) no consumo de cana, indicando que a quantidade de proteína ingerida pelos animais não afetou este consumo.

O consumo médio de cana-de-açúcar e índice de consumo deste trabalho ficaram ao redor de 3,50 kg MS/animal/dia

TABELA 4 - Composição bromatológica das dietas experimentais

Tratamentos	MS %	PB %	FB %	FDN %	FDA %	Energia cal/g	Volumoso Concentrado %
A	29,18	11,37	22,10	57,14	30,20	3.934,2	77:33
B	30,26	13,20	21,31	56,32	29,26	3.952,7	64:36
C	31,14	14,70	20,95	55,75	28,59	3.970,6	62:38
D	33,03	15,85	19,69	54,45	27,17	3.967,2	58:42

TABELA 5 - Consumo médio diário de matéria seca de cana-de-açúcar, dietas e índice de consumo<sup>d</sup>.

Tratamentos	Consumo médio diário		Índice médio de consumo
	MS de cana (kg)	MS das dietas (kg)	
A	3,505 ± 0,17 <sup>e</sup>	5,208 ± 0,17 <sup>c</sup>	1,450 ± 0,06
B	3,495 ± 0,23	5,472 ± 0,23 <sup>b</sup>	1,475 ± 0,16
C	3,532 ± 0,19	5,781 ± 0,19 <sup>ab</sup>	1,475 ± 0,16
D	3,471 ± 0,16	6,023 ± 0,16 <sup>a</sup>	1,650 ± 0,14

a, b e c - A letras representam diferenças estatísticas entre tratamentos. Os dados seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente (P < 0,01 pelo teste Tukey).

d - Cada valor é a média de quatro observações.

e - Erro padrão da média.

TABELA 6 - Dados de análise estatística para consumo de cana, dietas e índice de consumo.

Causas de Variação	GL	Quadrados médios	F				
Colunas	3	0,0113	0,2358	3,5843	9,1290		
Linhas	3	0,5740	0,0175	180,6322	180,6731	0,6774	
Tratamentos	3	0,025	0,4754	0,0341	0,8129	149,6217**	1,3225
Resíduo	6						
C.V. (%)		1,61	1,00	10,62			

\*\* -  $P < 0,01$

e 1,6 kg MS/100 kg PV respectivamente.

Resultados semelhantes foram encontrados por SILVESTRE *et alii*<sup>123</sup> trabalhando com um suplemento protéico de 30% PB em quatro níveis, SILVESTRE *et alii*<sup>122</sup> quando compararam três alimentos protéicos, farinha de peixe, torta de algodão e farinha de carne e FERREIRO & PRESTON<sup>34</sup> com uma dieta constituída de 25% de ponta de cana, 75% colmo de cana e uréia, encontrando estes autores índices de consumo próximo a 1,7 kg MS/100 kg PV. A composição bromatológica das dietas experimentais foram semelhantes (Tab. 4), exceção para proteína bruta, que apresentou variação de 4,5% entre os tratamentos A e B. Entretanto, mesmo a dieta com o mais alto nível protéico, cerca de 15,85%, não apresentou ingestão de cana superior às demais, indicando que o nitrogênio não foi fator limitante do consumo. Sendo assim, provavelmente o que poderia estar afetando o consumo é a presença dos carboidratos das dietas. A sua participação se dá através do fornecimento de energia e de esqueleto de carbono necessário à síntese microbiana.

A eficiência de utilização do nitrogênio varia com a natureza do carboidrato. A superioridade do amido em relação ao melaço e açúcares solúveis segundo BRIGGS<sup>18</sup> é devido à sua fermentação mais lenta, fornecendo energia de uma forma mais contínua e demorada. Os açúcares são rapidamente fermentado no rúmen, portanto disponíveis aos microorganismos por um curto espaço de tempo. Sendo assim, é possível que embora com maior quantidade de proteína, esta não foi aproveitada pelos microorganismos, pelos motivos expostos, tendo em vista que as dietas deste trabalho eram à base de cana, com 50% de sacarose na MS e 17<sup>o</sup>Brix no colmo. Deve ser lem-

brado também, que a quantidade de fibra bruta era de 20% e a energia 3,95 kcal/g das dietas. SATTER & ROEFFLER<sup>112</sup> mostraram que as concentrações de amônia no rúmen são mais elevadas em rações com baixa energia e alta proteína. À medida que a energia aumenta há menor acúmulo de amônia no rúmen, indicando maior eficiência de utilização em rações de baixa proteína e alta energia (1 mg amônia/ml com 8% proteína bruta - PB e 85% nutrientes digestíveis totais - NDT e sua utilização decai à medida que a proteína aumenta em rações de baixa energia (20 mg amônia/ml com 18% PB e 55% NDT). Os resultados deste trabalho relativos aos parâmetros ruminais que posteriormente serão discutidos, vieram confirmar o de MINOR *et alii*<sup>72</sup> quando afirmaram que a digestão da cana é extremamente estável, não sendo influenciada por adição de suplementos protéicos e energéticos.

Níveis de uréia, assim como de proteína, também não afetaram o consumo de cana. ALVAREZ & PRESTON<sup>2</sup>, LOSADA *et alii*<sup>62</sup> mostraram que até 37,5 g uréia/kg MS não aumentou significativamente a ingestão voluntária de cana; o mesmo resultado foi encontrado por SILVESTRE *et alii*<sup>119,121</sup> com mistura de melaço e uréia (10%). Esta ingestão de uréia é alta quando comparada com as recomendadas pelo NRC<sup>80</sup> de 30g uréia/kg MS e de ØRSKOV *et alii*<sup>83</sup> de 25,7 g uréia/kg MS.

Assim como no presente trabalho, níveis protéicos embora fornecidos por diferentes alimentos, como folha de bananeira (17,6% PB na MS) e rama de mandioca (18,2% PB na MS), mostraram uma tendência de aumento no consumo das dietas, quando comparados à cana-de-açúcar mais uréia. Os animais em dieta de cana mais uréia tiveram consumo de 3,0kg MS/animal/dia e índice de 1,36kgMS/100 PV contra 4,0kg MS/animal/dia

e índice de 1,85kg MS/100kg PV de animais que receberam folha de bananeira ou rama de mandioca. Uma possível explicação para este aumento, é que parte desta proteína, sendo degradada no rúmen, provoca uma melhora no seu ecosistema, trazendo como conseqüência um maior aproveitamento da fibra pelos microorganismos (FFOULKES *et alii*<sup>38</sup> e FFOULKES & PRESTON<sup>39,40</sup>).

ALVAREZ *et alii*<sup>3</sup> obtiveram consumo da dieta 6,27 kg MS/animal/dia e índice de 2,0 kg MS/100 kg PV, com cana que apresentava 19,5°Brix. Resultado semelhante foi alcançado por MEYRELLES & PRESTON<sup>67</sup> quando obtiveram consumo de 4,80 kg MS/animal/dia e índice de 2,2 kg MS/100 kg PV com cana de 13°Brix. Estes resultados são superiores aos encontrados no presente estudo (1,6 kg MS/100 kg PV) com cana de 17°Brix. Este fato pode estar relacionado com a fermentação da cana. A fermentação tem início logo após seu corte, com produção de álcool e ácidos orgânicos compostos que tem pequeno valor nutritivo para os microorganismos do rúmen, reduzindo desta forma a síntese protéica e conseqüentemente diminuindo o consumo. Como a cana-de-açúcar utilizada neste experimento foi cortada três vezes por semana, é provável que ela tenha sofrido alguma fermentação e conseqüentemente seu consumo tenha sido afetado.

FERREIRO *et alii*<sup>34</sup> comparando cana madura e imatura também obtiveram consumo de cana superior à deste trabalho, 4,50 kg MS/animal/dia e índice de 2,0 kg MS/100 kg PV. Possivelmente, esta diferença de consumo seja devido à influência dos animais (raça, temperamento, função). Estes autores utilizaram animais zebuinos, enquanto no presente trabalho foram usados animais holandêses, e é conhecido que animais zebuinos tem capacidade de aproveitar melhor os alimen-

tos que tem maior percentagem de fibra, quando comparado aos animais de origem européia. A cana-de-açúcar usada por esses pesquisadores tinha 15 a 20<sup>o</sup>Brix e a digestibilidade da MS estava ao redor de 60%, valores semelhantes à cana usada no presente experimento. MEYRELLES *et alii*<sup>68</sup> combinando uréia (337 g/animal/dia), parte aérea da batata doce (11 kg/animal/dia) torta de algodão (730 g/animal/dia) e cana-de-açúcar, encontraram consumo da dieta de 5,5 kg MS/animal/dia e índice de 2,51 kg MS/100 kg PV, superior também aos obtidos neste experimento. Este índice pode ser explicado pela taxa de fermentação dos alimentos, presume-se que a parte aérea da batata doce aumentaria a motilidade do rúmen e conseqüentemente o "turnover" ficaria mais rápido, altos teores de uréia melhorariam a flora microbiana e a torta de algodão apresentaria como características a passagem intacta de parte de sua proteína através do rúmen.

O farelo de arroz foi o alimento estudado que apresentou o maior consumo, atingindo níveis de 6,73 kg MS/animal/dia e índice de até 2,69 kg MS/100 kg PV, como ficou demonstrado pelos trabalhos de PRESTON *et alii*<sup>92</sup>, LOPES *et alii*<sup>60,61</sup>, LOPEZ & PRESTON<sup>59</sup> e FERREIRO *et alii*<sup>37</sup>. Este efeito positivo do farelo de arroz, admite-se que seja devido ao seu excelente balanço de aminoácidos, com alto valor de metionina, histidina e treonina, que são os aminoácidos limitantes da cana, PURSER & BEUCHLER<sup>102</sup>, sendo também relativamente rico em amido (30%) e óleo insaturado (13%).

Houve também consumos inferiores aos encontrados no presente experimento, FERREIRO *et alii*<sup>35</sup> estudando níveis de uréia obtiveram índice de 1,0 kg MS/100 kg PV. Este baixo valor pode ser explicado pela pequena quantidade de uréia

fornecida aos animais, 16 g/kg cana e ROWE & PRESTON<sup>107</sup> quando obtiveram índice de 1,2 kg MS/100 kg PV, fornecendo aos animais somente cana e folha de bananeira, na relação 60:40. O baixo consumo pode ter ocorrido devido à pequena quantidade de proteína da dieta, pois a cana tem de 2% a 3% PB e a folha de bananeira cerca de 18% PB na MS. O mesmo ocorreu com FERREIRO *et alii*<sup>36</sup> quando encontraram índice de 1,3 kg MS/100 kg PV com dieta constituída de cana mais 33 g de silagem de peixe/kg de cana. O baixo consumo, segundo os autores, possivelmente está relacionado com o mau odor da silagem de peixe.

O tamanho das partículas da cana-de-açúcar não foi motivo de estudos neste trabalho, tendo em vista que os trabalhos de SILVESTRE *et alii*<sup>123</sup>, MONTPELLIER & PRESTON<sup>75</sup>, MONTPELLIER *et alii*<sup>76</sup> e SALAIS *et alii*<sup>111</sup> mostraram consumo médio de 4,0 kg MS/animal/dia e índice médio de 2,0 kg MS/100 kg PV, consumos estes não significativos, com partículas que variaram entre 2 e 20 mm.

A diferença significativa ( $P < 0,01$ ) ocorrida no consumo da matéria seca das dietas (Tab. 5) se deve ao aumento de consumo do concentrado, pois o consumo da cana foi estatisticamente o mesmo entre os tratamentos.

#### 4.1.2. Coeficientes médios de digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes das dietas experimentais.

Os coeficientes médios de digestibilidade da matéria seca dos nutrientes das dietas experimentais são apresentadas na Tab. 7, e os dados de análise estatística na Tab. 8. Os valores apresentados são relativos aos dados ori-

TABELA 7 - Coeficientes de digestibilidade médios da matéria seca e dos nutrientes das dietas experimentais<sup>C</sup>.

Tratamentos	Coeficientes de Digestibilidade (%)					
	MS	PB	FB	FDN	FDA	EB
A	59,51 ± 2,53 <sup>d</sup>	56,52 ± 2,57 <sup>b</sup>	51,19 ± 3,71	52,74 ± 3,18	50,47 ± 3,37 <sup>b</sup>	58,66 ± 2,47
B	60,94 ± 1,18	60,25 ± 1,53 <sup>ab</sup>	53,70 ± 1,69	53,79 ± 1,56	51,65 ± 1,81 <sup>ab</sup>	59,71 ± 1,16
C	62,62 ± 2,21	60,02 ± 2,70 <sup>ab</sup>	54,18 ± 3,29	54,53 ± 3,08	55,08 ± 3,64 <sup>a</sup>	61,71 ± 2,48
D	62,75 ± 1,19	62,31 ± 0,91 <sup>a</sup>	54,40 ± 1,72	53,64 ± 1,70	51,69 ± 2,32 <sup>ab</sup>	59,84 ± 1,183

a e b - As letras representam diferenças estatísticas entre os tratamentos. Os dados seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente (P < 0,05) pelo teste de Tukey.

c - Cada valor é a média de quatro observações.

d - Erro padrão da média.

MS - Matéria Seca, PB - Proteína Bruta; FB - Fibra Bruta; FDN - Fibra em Detergente Neutro;

FDA - Fibra em detergente Ácido; EB - Energia Bruta.

TABELA 8 - Dados de análise estatística para coeficientes de digestibilidade<sup>a</sup>.

Fonte de variação	Quadrados médios										F		
	MS	PB	FB	FDN	FDA	EB	MS	PB	FB	FDN	FDA	EB	
Colunas	3	31,0107	30,1452	60,7085	66,6951	91,7631	50,0714	4,1268	9,1329	3,4949	25,8076	35,3375	28,0471
Linhas	3	10,6455	31,7365	26,5424	28,1963	36,6557	14,4777	1,4166	9,6152	1,5291	10,9105	14,1159	8,1096
Tratamentos	3	9,4452	23,1177	8,7927	2,1442	15,7746	6,4415	1,2569	7,0038*	0,5061	0,8299	6,0747**	3,6881
Resíduo	6	7,5144	3,3006	17,3703	2,5843	2,5967	1,7852						
C.V. (%)		4,46	3,03	7,80	2,99	3,08	2,22						

<sup>a</sup> - A análise de variância é relativa aos dados originais transformados em arc sen  $\sqrt{g}$ .

\* - P < 0,05

\*\* - P < 0,01

ginais transformados em arc sen  $\sqrt{\%}$ .

O exame da análise da variância mostrou diferença significativa ( $P < 0,05$ ) nos coeficientes de digestibilidade (CD) da proteína bruta, sendo o tratamento D(1,200g de farelo de soja) superior ao A(300g de farelo de soja). Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca e demais nutrientes não apresentaram diferenças estatísticas.

Este fato sugere que as rações apresentaram um balanço semelhante dos seus nutrientes (Tab. 4). Exceção se faz à % de proteína, perfeitamente justificável por ser a fonte de variação estudada nesse trabalho.

Os CD da matéria seca encontrados neste experimento, cerca de 62%, são semelhantes aos obtidos por VALDEZ & LENG<sup>128</sup> e MONTPELLIER & PRESTON<sup>74</sup>, que acharam CD médio da MS da cana igual a 63%. O mesmo ocorreu com FERREIRO & PRESTON<sup>33</sup> que obtiveram 62% e 64% para cana picada com e sem ponta.

Trabalhando com uma dieta constituída de 60% de cana mais 40% de concentrado, PATE<sup>84</sup> obteve CD da MS igual a 63,8%, enquanto PEDREIRA<sup>85</sup> encontrou 58,2% para MS da cana de açúcar.

SALAIIS *et alii*<sup>111</sup>, MONTPELLIER & PRESTON<sup>73</sup> e FERREIRO & PRESTON<sup>32</sup>, estudando o efeito do tamanho das partículas (2 a 20 mm) na digestibilidade da MS, obtiveram CD ao redor de 70%. Mostraram que o tamanho da partícula não afetou a digestibilidade, entretanto, foram superiores aos coeficientes do presente trabalho, possivelmente devido à quantidade de farelo de arroz presente nas dietas, que como é conhecido, apresenta nutrientes complementares aos da cana-de-açúcar. Resultados semelhantes aos destes pesquisadores, foram alcançados por MONTPELLIER & PRESTON<sup>73</sup> que encontraram CD igual a

71,3% com dietas de farelo de arroz, melação, uréia e cana descorticada e FERREIRO *et alii*<sup>35</sup> que acharam CD entre 66% e 71%, estudando teores de uréia e ácido propiônico, mostrando assim a influência da qualidade e quantidade de proteína, bem como a quantidade de ácido propiônico na digestibilidade da matéria seca. O mesmo ocorreu com FFOULKES & PRESTON<sup>40</sup> quando obtiveram CD igual a 65% e 69%, associando cana com folha de bananeira e rama de mandioca.

BANDA & VALDEZ<sup>8</sup> trabalhando com digestibilidade "in vitro", também encontraram CD igual a 70% para cana madura. Os autores afirmaram que esta digestibilidade é superior à cana imatura (CD = 57%), principalmente por apresentarem menores percentagens da fibra em detergente ácido (38% e 33%), lignina (6,2% e 5,4%), celulose (28% e 26%) e fibra em detergente neutro) (61% e 54%). Concluindo que a cana, ao contrário das demais gramíneas tropicais, teve seu valor nutritivo aumentado com o estágio de desenvolvimento.

Os resultados dos CD médios da proteína bruta (PB) das dietas experimentais obtidos neste trabalho variaram de 56,52% e 62,31% com rações que tinham 11,37% a 15,85% de PB na sua composição.

As discussões da digestibilidade da proteína e demais nutrientes, estão baseadas na sua maioria, em pesquisas desenvolvidas com dietas ou alimentos de clima temperado, isto porque há pouca literatura a respeito de digestibilidade dos nutrientes com dietas à base da cana-de-açúcar.

Os resultados obtidos com digestibilidade de proteína no presente trabalho estão em concordância com MONTGOMERY *et alii*<sup>77</sup> e SCHAKE *et alii*<sup>114</sup>, que acharam CD igual a 61%, trabalhando com dietas a base de silagem de alfafa, mi-

lho, sorgo e suplementos protéicos, cujas composições químicas apresentavam ao redor de 14% de PB.

Entretanto, trabalhos em que as rações apresentavam na sua composição proteína bruta acima de 15% e fibra bruta ao redor de 10%, a digestibilidade encontrada foi superior a 70% (SCHAKE *et alii*<sup>114</sup>, LUSKY *et alii*<sup>64</sup> e RUSSELL *et alii*<sup>110</sup>). O trabalho de LUCAS *et alii*<sup>63</sup> mostrou que em dieta à base de gramínea (50%) CD encontrado na PB foi de 70%. Entretanto, esta ração apresentava 14,3% PB e FB igual a 20%, semelhantes ao deste trabalho. Esta maior digestibilidade provavelmente está ligada ao animal (categoria, raça, etc.) ou mesmo associação ou quantidade de alimentos fornecidos. Mostrando ainda o efeito da quantidade de fibra na digestibilidade da proteína, JAHN & CHANDLER<sup>51</sup> encontraram CD igual a 78% com dieta que apresentava 18,5% PB e 11% FDA.

Os resultados do presente experimento foram superiores aos de PATE<sup>84</sup> que obteve CD da proteína igual a 53,9% com uma dieta cuja composição química apresentava 9,8% PB e 26,1% FDA e uma relação de 60% de cana e 40% de concentrado, o mesmo ocorreu com JAHN & CHANDLER<sup>51</sup> que obtiveram CD igual a 50% numa ração com 8% PB e 11% FDA. Provavelmente a maior digestibilidade da proteína do presente trabalho (10%) quando comparada aos encontrados por estes autores, esteja ligada à maior quantidade de proteína das dietas estudadas.

Nesse experimento houve uma tendência de aumento da digestibilidade da proteína em relação ao nível protéico das dietas (Tab. 7). Uma possível explicação para esse fato é que decrescendo a proteína dietética, proporcionalmente aumenta o nitrogênio fecal.

Os resultados dos CD médios da fibra bruta (FB)

das dietas experimentais obtidas no presente trabalho variaram de 51,19% a 54,40% com rações que tinham de 21,10% a 19,69% de fibra bruta.

Tais dados são inferiores aos alcançados por JAHN & CHANDLER<sup>51</sup> quando obtiveram CD igual a 60% com ração que apresentava 14% PB e 23% FB. Como os nutrientes desta ração foram semelhantes aos das dietas da presente pesquisa, é possível que esta diferença (6%) na digestibilidade da fibra esteja ligada ao animal ou associação de alimentos.

Entretanto, há trabalhos que apresentaram digestibilidade da fibra ao redor de 40%, LUCAS *et alii*<sup>63</sup> e JAHN e CHANDLER<sup>51</sup> com dietas que apresentavam 15% PB e FDA entre 21% e 24%. O mesmo aconteceu com PEDREIRA<sup>85</sup> que obteve CD igual a 43% para cana-de-açúcar com 11% FB. No caso dos dois primeiros trabalhos, provavelmente a % de fibra tenha afetado a sua digestibilidade, enquanto no trabalho de PEDREIRA<sup>85</sup> a baixa quantidade de proteína da cana deve ter afetado negativamente a flora microbiana e conseqüentemente a digestibilidade da fibra.

Os resultados dos CD médios da fibra em detergente neutro (FDN) das dietas experimentais obtidos no presente trabalho, variaram de 52,74% a 54,33%, com rações que apresentavam de 57,14% a 54,45% de FDN, na sua composição.

A fibra em detergente neutro ou parede celular é constituída basicamente de celulose, hemicelulose, lignina e proteína lignificada.

Os dados do presente experimento são semelhantes aos encontrados por HADDAD<sup>45</sup> quando obteve CD igual a 50%, trabalhando com uma ração que apresentava 30% de feno de capim

rhodes e 60% de FDN na sua composição.

Alguns pesquisadores acharam CD próximo a 60% com dietas a base de silagem de alfafa ou mesmo de gramínea, com 50% FDN nas suas composições (LUCAS *et alii*<sup>63</sup>, RUSSELL *et alii*<sup>110</sup> e COLEMAN *et alii*<sup>25</sup>). Uma possível explicação para esta maior (7%) digestibilidade da FDN quando comparada aos coeficientes obtidos neste trabalho, é que houve uma maior percentagem deste nutriente nas dietas destes autores, como é conhecido, a % FDN está diretamente ligada à idade das foragens, estando seu desenvolvimento associado ao decréscimo do teor de proteína com aumento da quantidade de celulose e lignina, sendo esta lignificação responsável pela diminuição da digestibilidade.

O trabalho de PATE<sup>84</sup> com dietas contendo 60% de cana e 41,3% de FDN, obteve CD igual a 40%, o mesmo resultado foi encontrado por HADDAD<sup>45</sup> trabalhando somente com feno de capim rhodes com 75% FDN. Esta menor digestibilidade da FDN encontrada naqueles trabalhos, quando comparada à digestibilidade média de FDN (54%) do presente experimento, possivelmente esteja ligada à maior % FDN e menor % PB (9,8 e 7,0%) das dietas propostas por aqueles pesquisadores.

Os resultados dos CD médios da fibra em detergente ácido (FDA) das dietas experimentais obtidos neste trabalho, variaram de 50,47% a 55,08%, com rações que apresentavam de 27,17% a 30,20% de FDA nas suas composições.

A fibra em detergente ácido é constituída em sua quase totalidade de lignina e celulose (lignocelulose).

Os dados obtidos no presente trabalho, estão em concordância com os experimentos cujas dietas eram constituídas de silagem de alfafa e gramíneas, com 35% de FDA nas suas

composições, encontrando digestibilidade de FDA ao redor de 50% (RUSSELL *et alii*<sup>110</sup>; COLEMAN *et alii*<sup>25</sup> e LUSKY *et alii*<sup>64</sup>).

Resultados inferiores, 32,6% foi obtido por PATI<sup>84</sup> com ração constituída de 60% de cana e 26,4% de FDA na sua composição. Esta menor digestibilidade da FDA, cerca de 18% quando comparada aos resultados obtidos neste experimento (Tab. 7), possivelmente esteja ligada à % de PB das dietas. No trabalho de PATE<sup>84</sup>, a ração tinha 9,8% PB enquanto neste experimento, as dietas apresentavam de 11,37% a 15,87% de PB.

Dentro das condições do presente experimento, não foi possível detectar as razões da maior digestibilidade ( $P < 0,01$ ) do tratamento C (55,08%) sobre o tratamento A (50,47%). Poderia ser devido uma melhor adaptação dos animais às diferentes dietas ou mesmo uma maior percentagem de concentrado 38% contra 33% em relação aos volumosos, nas duas rações C e A, respectivamente. Sendo assim, os animais recebendo maiores quantidades de proteína e energia, provavelmente tiveram uma melhora na flora microbiana e conseqüentemente maior digestibilidade da FDA de cana-de-açúcar.

Os resultados dos CD médios da energia bruta (EB) das dietas experimentais obtidos no presente trabalho, variaram de 58,66% a 61,71% com rações que apresentavam de 3,93 kcal/g a 3,97 kcal/g de energia bruta nas suas composições.

Os CD da energia bruta obtidos no presente experimento são semelhantes aos encontrados por LUCAS *et alii*<sup>63</sup> de 65%, trabalhando com dieta a base de gramínea com 4,54 kcal/g.

Outros trabalhos mostraram resultados superior-

res na digestibilidade da energia, 70% a 76%, quando comparados aos desse experimento. As dietas foram formuladas com níveis altos de farelo de soja e milho e apresentavam nas suas composições níveis de EB entre 4,10 e 4,30 kcal/g, PB de 11% e 40% e baixa % FDA, cerca de 11% (THOMAS & BEESON<sup>125</sup>, THOMAS *et alii*<sup>126</sup> e JAHN & CHANDLER<sup>51</sup>).

Esta superioridade da digestibilidade da energia, cerca de 15% destes autores quando comparadas com os resultados obtidos no presente experimento, provavelmente esteja relacionados com os níveis de EB e PB das dietas utilizadas por eles, superiores aos deste experimento (Tab. 4). Estes níveis são fornecidos pelos alimentos utilizados, como também pelas baixas percentagens de volumosos das dietas, cercante 10 a 15%, enquanto no presente trabalho as percentagens de volumosos ficaram entre 77 e 58%, em relação aos concentrados.

JAHN & CHANDLER<sup>51</sup> encontraram CD igual a 52%, inferior ao deste trabalho, com dieta que apresentava na sua composição 18% PB, mas alta percentagem de fibra 25% FDA, possivelmente responsável pela diminuição da digestibilidade da energia.

#### 4.1.3. Balanços médios de nitrogênio

Os balanços médios de nitrogênio dos animais consumindo as dietas experimentais, são apresentados na Tab. 9 e os dados de análise estatística na Tab. 10.

O balanço de nitrogênio obtido nas dietas experimentais variou de 11,40 g/dia (210 mgN/kg<sup>3/4</sup>) a 23,31 g/dia (323 mgN/kg<sup>3/4</sup>), não apresentando diferença estatística ( $P <$

0,05).

Embora ~~as dietas~~ <sup>os animais</sup> apresentassem diferentes consumos de nitrogênio (Tab. 9), as quantidades de N-retido foram percentualmente semelhantes, 16,87%, 11,54%, 16,42% e 16,91% para os tratamentos A, B, C e D respectivamente. Uma possível explicação para este fato está relacionado com as percentagens de N-urinário eliminados, 50,07%, 61,22%, 59,97% e 59,97%, para os tratamentos acima mencionados, mostrando que quanto maior a quantidade de N-ingerido, maior foi a percentagem de N-urinário. Outro fator responsável pela semelhança dos balanços de nitrogênio, pode estar relacionados com a concentração de amônia encontrada no rúmen. Em amostras feitas 2 horas após alimentação, os níveis de amônia foram de 20, 26, 27 e 28 mgNH<sub>3</sub>/100 ml, proporcional à quantidade de N-ingerido. Entretanto, em amostras realizadas 6 horas após a alimentação, a concentração da amônia ficou ao redor de 5 mgNH<sub>3</sub>/100 ml, nas quatro dietas experimentais. Provavelmente indicando que houve eliminação de amônia na forma de uréia através da urina, por não ter sido aproveitada pelos microorganismos do rúmen. As concentrações de uréia encontradas no plasma sanguíneo foram 22, 24, 26 e 30 mg/100 ml, em amostras feitas 6 horas após a alimentação, nos diferentes níveis protéicos mencionados anteriormente. Embora houvesse uma tendência de aumento da concentração de uréia em função da quantidade de N-ingerido, esta diferença não foi estatisticamente diferente.

Comparando-se os resultados do presente experimento com os do NRC<sup>79</sup> verificou-se que nas dietas A e B, consumos de 86 e 99 gN/dia, valores estes menores (107 e 120 gN/dia) que os recomendados pelo NRC<sup>79</sup> para animais com 300 kgPV

TABELA 9 - Balanço médio de nitrogênio das dietas experimentais<sup>a</sup>.

Tratamentos	N-ingerido		N-fecal		N-urinário		N-retido	
	g/dia	mg/kg <sup>3/4</sup>	g/dia	mg/kg <sup>3/4</sup>	g/dia	mg/kg <sup>3/4</sup>	g/dia	mg/kg <sup>3/4</sup>
A	85,94	1.191	25,72	356	45,04	624	15,18± 9,16 <sup>b</sup>	210
B	98,72	1.369	26,88	372	60,44	838	11,40± 6,43	158
C	109,12	1.513	25,64	355	65,45	907	18,03±16,61	250
D	137,80	1.911	31,84	441	82,65	1.146	23,31±12,67	323

a - Cada valor é a média de quatro observações.

b - Erro padrão da média.

TABELA 10 - Dados de análise estatística para N-retido.

Causa de variação	G.L.	Quadrado médio	F
Colunas	3	331,6211	0,9186
Linhas	3	1195,6569	3,3122
Tratamentos	3	100,6510	0,2788
Resíduos	6	360,9827	
C.V. (%)		42,20	

e ganhos de peso entre 300 a 500 g/dia, provavelmente os animais nestas dietas estariam mantendo peso. Entretanto, nos tratamentos C e D os consumos foram de 110 e 138 g N/dia, possivelmente podendo proporcionar ganhos de peso acima dos indicados pelos NRC<sup>79</sup>. Os animais nestes tratamentos (C e D) além desta ingestão de nitrogênio tiveram também maior consumo de energia, como já foi mencionado. Isto ocorrendo, certamente houve melhora na flora microbiana e conseqüentemente maior degradação protéica realizada pelos microorganismos do rúmen. Deve ser ressaltado também, que do total do N-ingerido, cerca de 44%, 36%,<sup>80</sup> e 27%, eram provenientes de nitrogênio não protéico (NNP) para os tratamentos A, B, C e D respectivamente. Desta forma, os dois primeiros tratamentos, estavam com teores de NNP acima dos recomendados, que é de 20 a 30%, para que haja uma maior eficiência de sua utilização pelos microorganismos do rúmen.

Os resultados encontrados no presente trabalho, de 11,40 g/dia (210 mgN/kg<sup>3/4</sup>) e 23,31 g/dia (323 mgN/kg<sup>3/4</sup>) de N-retido, são semelhantes aos de NEWTON *et alii*<sup>81</sup> que acharam N-retido médio de 16 g/dia (289 mgN/kg<sup>3/4</sup>), BURRIS *et alii*<sup>20</sup> estudando níveis de lisina encontraram valores de N-retido variando de 15 (231 mgN/kg<sup>3/4</sup>) a 22 g/dia (340 mgN/kg<sup>3/4</sup>), com dietas que apresentavam de 11% a 13% de PB e OLTJEN & DINIUS<sup>82</sup> trabalhando com dietas à base de capim timóteo, encontraram 21 g/dia (338 mgN/kg<sup>3/4</sup>) de N-retido, com dieta contendo 13% PB na sua composição.

Entretanto, vários autores encontraram N-retido (28 a 35 g/dia) com dietas que apresentavam 12% PB, valores superiores aos obtidos no presente trabalho. NEWTON *et alii*<sup>81</sup> acharam 30 g/dia (543 mgN/kg<sup>3/4</sup>) com ração à base de pé de mi

lho inteiro. O mesmo ocorreu com THOMAS *et alii*<sup>126</sup> que encontraram 33 g/dia (611 mgN/kg<sup>3/4</sup>) comparando duas variedades de milho (comum e opaco-2) e BRAMAN & ABE<sup>16</sup> estudando diferentes quantidades de uréia, encontraram ao redor de 33 g/dia (538 mgN/kg<sup>3/4</sup>) de N-retido.

Possivelmente a maior retenção de nitrogênio daqueles trabalhos quando comparado aos do presente experimento, se deve à menor perda de N-urinário, cerca de 30 g/dia (618 mgN/kg<sup>3/4</sup>) contra 60 g/dia (832 mgN/kg<sup>3/4</sup>) deste trabalho, já que N-ingerido e N-fecal foram praticamente os mesmos, cerca de 100 gN/dia (1400 mgN/kg<sup>3/4</sup>) e 30 gN/dia (450 mgN/kg<sup>3/4</sup>), respectivamente. Esta elevada perda de nitrogênio pela urina, pode ter ocorrido devido à degradação de proteína com produção de amônia acima da capacidade de ser aproveitada pelos microorganismos. Essa amônia é utilizada principalmente pelas bactérias e dependendo da quantidade de energia ela é absorvida pelas paredes do rúmen e transformada em uréia pelo fígado, sendo secretada nesta forma pelos rins e parte pela saliva.

Outros autores encontraram dados inferiores (-1 a 13 g/dia e N-retido) aos desse experimento, com dietas que tinham de 9% a 15% de PB. LUCAS *et alii*<sup>63</sup> trabalhando com bovinos e dietas à base de feno de gramínea, acharam 13g/dia (209 mgN/kg<sup>3/4</sup>) de N-retirado e GUPTA & JOHNSON<sup>44</sup> trabalhando com ovinos e palha de soja em várias formas físicas, obtiveram -1 g/dia (-50 mgN/kg<sup>3/4</sup>) a 3 g/dia (148 mgN/kg<sup>3/4</sup>) de N-retido. Possivelmente esta baixa retenção de nitrogênio se deve à quantidade de N-ingerido, cerca de 100 g/dia (1600 mg N/kg<sup>3/4</sup>) e 14 g/dia (693 mgN/kg<sup>3/4</sup>) e alto N-urinário de 60g/dia (967 mgN/kg<sup>3/4</sup>) e 6 g/dia (297 mgN/kg<sup>3/4</sup>) para duas die-

tas respectivas, mostrando que cerca de 60% no N-ingerido foi eliminado através da urina.

Comparando os resultados do presente estudo realizado com dietas à base de cana-de-açúcar com os de CRICKENBERGER *et alii*<sup>26</sup> à base de silagem de milho e MOORE *et alii*<sup>78</sup> à base de feno de bermuda, em dietas que apresentavam de 11% a 15% de PB, observou-se que os animais que receberam silagem de milho, apresentaram 36% N-retido ( $623 \text{ mgN/kg}^{3/4}$ ) e 28% N-urinário ( $570 \text{ mgN/kg}^{3/4}$ ), o mesmo ocorreu com os animais alimentados com feno de capim bermuda, que retiveram 35% de nitrogênio ( $510 \text{ mgN/kg}^{3/4}$ ) e eliminaram 32% N-urinário ( $495 \text{ mgN/kg}^{3/4}$ ). Valores estes superiores aos encontrados neste trabalho, que mostrou retenção média de nitrogênio de 16g/dia ( $235 \text{ mgN/kg}^{3/4}$ ) e 55% N-urinário ( $878 \text{ mgN/kg}^{3/4}$ ). Sendo assim, os dados mostrados nestes trabalhos, indicaram superioridade da silagem de milho e feno de capim bermuda sobre a cana-de-açúcar, em relação à retenção de nitrogênio.

O alto erro do padrão da média, assim como do coeficiente de variação dos dados referentes ao balanço de nitrogênio, provavelmente ocorreram devido ao baixo consumo de três animais durante o período III, com balanços negativos, possivelmente indicando que houve uma variação considerável na capacidade dos animais de se adaptarem às dietas e instalações.

#### 4.2. pH, ácidos graxos voláteis e amônia no rúmen

Os valores médios de pH no fluido ruminal, no período de 6 horas, das dietas experimentais, estão na Tab. 11 e os dados da análise estatística, na Tab. 12.

TABELA 11 - Valores médio de pH do fluido ruminal, no período de 6 horas, das dietas experimentais<sup>a</sup>

Tratamentos	Tempo de Colheita			
	T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>6</sub>
A	6,86 ± 0,06 <sup>b</sup>	6,52 ± 0,07	6,45 ± 0,04	6,70 ± 0,10
B	6,73 ± 0,10	6,40 ± 0,13	6,25 ± 0,08	6,58 ± 0,13
C	6,87 ± 0,03	6,43 ± 0,05	6,35 ± 0,12	6,71 ± 0,07
D	6,85 ± 0,08	6,50 ± 0,04	6,38 ± 0,14	6,67 ± 0,14

a - Cada valor é a média de oito observações.

b - Erro padrão da média.

TABELA 12 - Dados de análise estatística para pH do fluido ruminal, no período de 6 horas.

Causa de variação	G.L.	Quadrado médio						F			
		T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>6</sub>		
Colunas	3	0,0610 <sup>1</sup>	0,0539	0,1330	0,1410	5,1407	2,2355	7,3632	17,8172		
Linhas	3	0,0056	0,0093	0,0130	0,0618	0,4737	0,3866	0,7233	7,8164		
Tratamentos	3	0,0160	0,0130	0,0280	0,0127	1,3510	0,5421	1,5533	1,6054		
Resíduos	6	0,0118	0,0241	0,0180	0,0079						
C.V. (%)		1,59	2,40	2,11	1,33						

Na Tab. 11 observa-se os dados médios de pH do fluído ruminal no período de 6 horas e sua representação gráfica está na Fig. 1. Estes dados não apresentaram diferença estatística ( $P < 0,05$ ).

O pH do fluido ruminal encontra-se entre 5,0 e 7,0. Seu decréscimo ocorre após alimentação, estando a velocidade e extensão desta diminuição em função da composição da dieta. Com dietas que possuem na sua constituição açúcares rapidamente fermentescíveis, os valores do pH do rúmen são baixos, após alimentação, alcançando seu máximo 3 horas após a ingestão dos alimentos, entretanto, são altos em dietas com altos níveis de fibra. Existe também, uma relação entre a concentração dos AGV e pH. Quando a concentração de AGV é alta, os valores do pH são mais baixos. Por isso que entre refeições (jejum), o pH fica próximo a 7,0, pois há diminuição na concentração dos ácidos graxos voláteis.

Os resultados médios encontrados no presente estudo com amostras colhidas às 0, 2, 4 e 6 horas após a alimentação, foram 6,82, 6,46, 6,35 e 6,66 com dietas que apresentavam de 58% a 77% de cana na sua constituição.

Resultados semelhantes foram obtidos por PRIEGO *et alii*<sup>100</sup> e FERREIRO *et alii*<sup>35</sup> que obtiveram pH igual a 6,7 e 6,3 com amostragens feitas às 0 e 3 horas, estudando níveis de farelo de arroz e fontes de nitrogênio (uréia, silagem de peixe, farelo de soja, etc.) em dietas à base de cana.

VALDEZ *et alii*<sup>127</sup> e MINOR *et alii*<sup>71</sup> também encontraram pH igual a 6,3 e 6,4 com amostras feitas 3 horas após alimentação em dietas à base de cana mais farelo de arroz, milho e uréia. Os autores afirmaram que o pH acompanha, de ma-

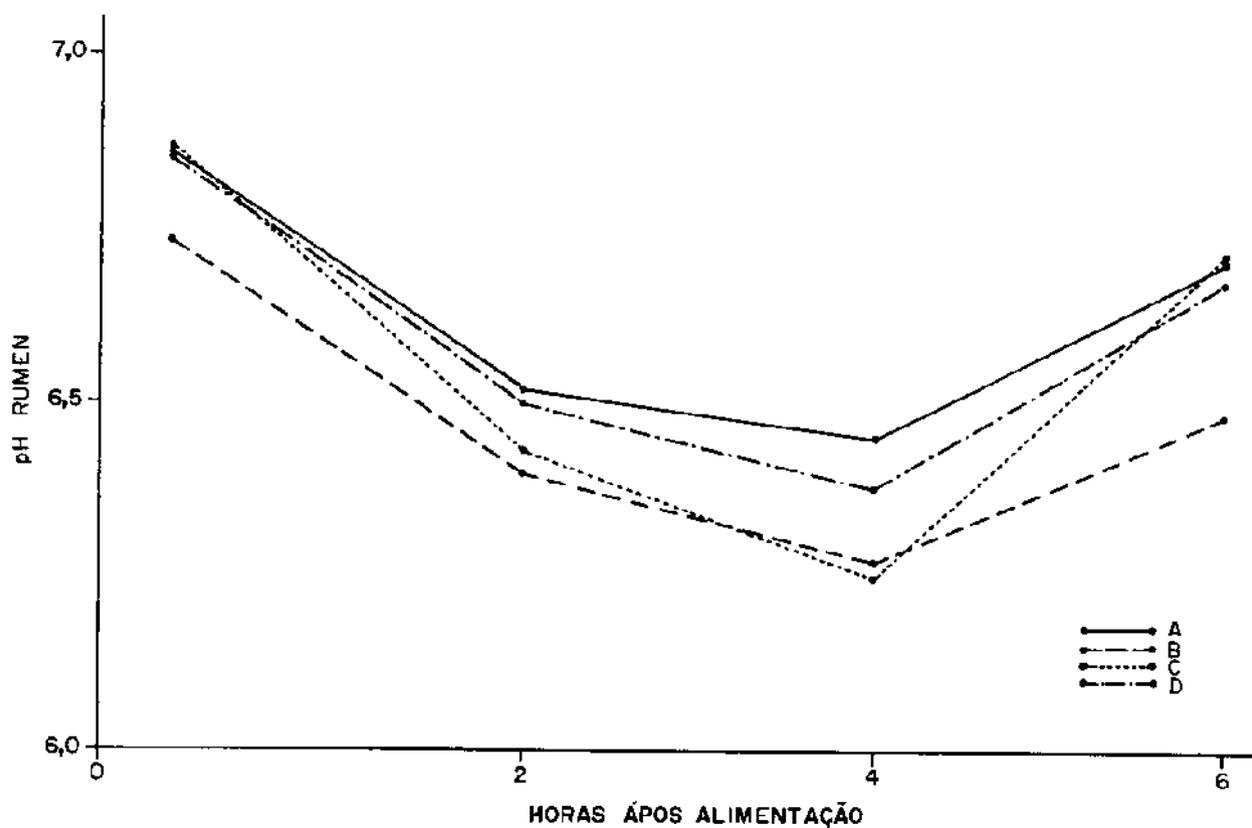


FIGURA 1 - Representação gráfica dos valores médios de pH do fluido ruminal, no período de 6 horas, das dietas experimentais.

neira inversa, a concentração dos AGV do rúmen, pois obtiveram concentração de AGV de 90 mM e 140 mM (0 e 3 horas), semelhantes aos conseguidos no presente trabalho, 80 mM e 100 mM, para amostras feitas 0 e 4 horas após alimentação.

PRIEGO & NORA<sup>98</sup> obtiveram pH igual a 6,8 com amostras feitas entre refeições (jejum). O mesmo ocorreu com RUIZ *et alii*<sup>108</sup> e PRIEGO & SUTHERLAND<sup>100</sup> trabalhando com dietas à base de cana e amostragens feitas às 0, 2, 4 e 6 horas, quando obtiveram pH médio de 6,8, 6,4, 6,3 e 6,5, semelhantes aos encontrados no presente experimento.

Entretanto, PRIEGO *et alii*<sup>101</sup> encontraram pH igual a 6,0 com amostras feitas 6 horas após alimentação em dietas à base de cana mais 1,5 kg/animal/dia de farelo de arroz e pH igual a 5,92 com 1,2 kg/animal/dia de farinha de mandioca. Possivelmente, os altos níveis de amido das dietas, tenham provocado o abaixamento do pH, sendo acompanhado também pela concentração de AGV de 147 e 173 m equiv/litro nas duas dietas respectivamente.

FERNANDEZ *et alii*<sup>30</sup> e LOSADA *et alii*<sup>62</sup> obtiveram pH igual a 6,93 e variando entre 6,5 e 8,5 com amostras feitas 3 e 2 horas após alimentação e usando sonda esofágica. Os autores justificaram estes valores de pH, como sendo causa da técnica utilizada para amostragens do conteúdo ruminal. A sonda tendo que ser introduzida pela boca, passando pela faringe e esôfago, necessariamente entrará em contacto com a saliva e esta com o conteúdo ruminal colhido nas proximidades da cardia, conseqüentemente alcanilizando a amostra. RUMSEY *et alii*<sup>109</sup> determinando pH do conteúdo ruminal de novilhos, acharam diferença de 0,2 unidades de pH a mais para amostras feitas com sonda esofágica, quando comparado com aquelas realiza

das através de fístula ruminal.

Os valores de pH encontrados nos diferentes experimentos com dietas à base de cana, são semelhantes àqueles obtidos com dietas que apresentam de 60 a 100% de volumosos, quando os valores de pH variam de 6,0 a 6,8, portanto, rações ricas em fibras, contrastando daquelas ricas em amido, com pH entre 5,4 e 6,0.

Os valores de pH encontrados no presente experimento, podem ter sido afetados pela saliva, que tem pH entre 8,1 e 8,3 e age como tampão dos ácidos produzidos. Em dietas com alta percentagem de fibra os animais chegam a produzir 14 litros de saliva/kg MS contra 10 litros de saliva/kgMS para dietas com alta percentagem de concentrado (60% a 40%) podendo afetar deste modo a acidez do conteúdo ruminal (KAUFMAN & SAELZER<sup>52</sup>).

Outra possível explicação para os <sup>valores</sup> pH obtidos em dietas à base de cana, está relacionada com os microorganismos do rúmen. Sabe-se que os protozoários tem a capacidade de armazenar amido de carboidratos solúveis como os Holotricha que estocam 82% dos açúcares absorvidos nesta forma (HUNGATE<sup>49</sup>). Sendo assim, é possível que estes microorganismos, armazenando amido, evitem a diminuição do pH ruminal.

Os valores médios dos ácidos graxos voláteis, acético (C<sub>2</sub>), propiônico (C<sub>3</sub>) e butírico (C<sub>4</sub>) em % molar, no período de 6 horas, dos tratamentos experimentais, estão na Tab. 13 e os dados da análise estatística na Tab. 14.

Os mesmos ácidos graxos voláteis e período, expressos em em (mM) estão na Tab. 15 e sua análise estatística na Tab. 16.

Os resultados relativos aos ácidos graxos voláteis estudados expressos em % molar e mM, não apresentaram diferença estatística (P < 0,05), exceção com o ácido propiônico em amostra do flui

TABELA 13 - Valores médios de ácidos graxos voláteis, acéticos, propiônico e butírico, no período de 6 horas, das dietas experimentais<sup>a</sup>.

Tratamentos	AGV	Tempo de colheita			
		T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>6</sub>
A	C <sub>2</sub>	61 ± 1,50 <sup>b</sup>	57 ± 1,31	58 ± 1,88	60 ± 1,08
	C <sub>3</sub>	17 ± 1,32	20 ± 1,10	20 ± 1,43	18 ± 1,00
	C <sub>4</sub>	20 ± 0,94	21 ± 1,90	21 ± 0,86	22 ± 1,47
B	C <sub>2</sub>	59 ± 1,50	59 ± 3,11	52 ± 1,03	59 ± 0,85
	C <sub>3</sub>	20 ± 0,40	20 ± 1,55	22 ± 1,60	19 ± 1,03
	C <sub>4</sub>	20 ± 1,84	19 ± 2,13	25 ± 0,70	21 ± 1,82
C	C <sub>2</sub>	62 ± 1,22	54 ± 2,84	52 ± 2,42	57 ± 2,12
	C <sub>3</sub>	16 ± 1,03	18 ± 1,58	18 ± 2,04	17 ± 0,81
	C <sub>4</sub>	21 ± 0,25	27 ± 3,86	29 ± 4,23	26 ± 2,85
D	C <sub>2</sub>	62 ± 2,95	55 ± 1,22	58 ± 1,44	58 ± 2,32
	C <sub>3</sub>	17 ± 0,86	22 ± 2,01	18 ± 1,18	18 ± 1,10
	C <sub>4</sub>	19 ± 2,09	22 ± 1,60	23 ± 1,93	22 ± 1,49

a - Cada valor é a média de oito observações.

b - Erro padrão da média.

TABELA 14 - Dados de análise estatística para ácidos graxos voláteis, acético, propiónico e butírico, no período de 6 horas.

A.G.V.	Causa de Variação	G.L.	Quadrados médios						F	
			T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>		T <sub>4</sub>
Acético	Colunas	3	29,5625	24,1666	12,7291	7,5625	3,1744	0,9602	0,9870	0,8194
	Linhas	3	10,7291	9,6666	11,8958	21,2291	1,1521	0,3841	0,9224	2,3004
	Tratamentos	3	7,7291	24,1666	50,0625	7,5625	0,8299	0,9602	3,8820	0,8194
	Resíduo	6	9,3125	25,1666	12,8958	9,2291				
	C.V. (%)		4,96	8,83	6,49	5,16				
Propiónico	Colunas	3	5,0625	9,0833	2,0625	0,6666	1,6530	1,3292	0,1325	0,1111
	Linhas	3	3,7291	18,0833	7,5625	3,1666	1,2176	2,6463	0,4859	0,5277
	Tratamentos	3	8,0625	12,4166	19,3958	3,8333	2,6326	1,8170	1,2463	0,6388
	Resíduo	6	3,0625	6,8333	15,5625	6,0000				
	C.V. (%)		9,75	12,82	19,91	13,42				
Butírico	Colunas	3	15,5625	3,7500	10,4166	11,8958	4,8193	0,1130	0,3665	0,7811
	Linhas	3	13,0625	23,7500	24,2500	21,2291	4,0451	0,7160	0,8533	1,3939
	Tratamentos	3	1,5625	44,0833	50,4166	18,7291	0,4838	1,3291	1,7741	1,2298
	Resíduo	6	3,2291	33,1666	28,4166	15,2291				
	V.V. (%)		8,73	25,17	21,43	17,01				

TABELA 15 - Valores médios de ácidos graxos voláteis, acético, propiónico e butírico, no período de 6 horas, das dietas experimentais<sup>c</sup>.

Tratamentos	AGV	Tempo de colheita				
		T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>	mM	T <sub>4</sub>	T <sub>6</sub>
A	C <sub>2</sub>	59 ± 2,12 <sup>d</sup>	65 ± 6,62		69 ± 8,26	57 ± 6,28
	C <sub>3</sub>	13 ± 1,00	19 ± 2,88		18 ± 2,75 <sup>ab</sup>	13 ± 1,70
	C <sub>4</sub>	12 ± 1,10	16 ± 2,12		16 ± 3,09	13 ± 1,32
B	C <sub>2</sub>	52 ± 5,80	61 ± 3,68		61 ± 8,43	57 ± 5,55
	C <sub>3</sub>	13 ± 1,70	21 ± 2,05		20 ± 2,59 <sup>a</sup>	14 ± 1,37
	C <sub>4</sub>	11 ± 2,02	18 ± 2,80		19 ± 2,65	13 ± 2,13
C	C <sub>2</sub>	53 ± 2,39	58 ± 4,26		51 ± 3,19	60 ± 1,95
	C <sub>3</sub>	11 ± 0,70	15 ± 2,32		13 ± 1,10 <sup>b</sup>	13 ± 0,64
	C <sub>4</sub>	11 ± 0,62	20 ± 3,00		20 ± 3,35	18 ± 2,25
D	C <sub>2</sub>	56 ± 5,18	59 ± 3,57		60 ± 4,09	53 ± 5,76
	C <sub>3</sub>	11 ± 1,31	20 ± 2,92		15 ± 0,57 <sup>ab</sup>	13 ± 1,10
	C <sub>4</sub>	12 ± 1,85	16 ± 1,93		16 ± 2,32	13 ± 1,65

a e b - As letras representam diferença estatística entre os tratamentos. Os dados seguidos da mes ma letra não diferem estatisticamente (P < 0,05) pelo teste de Tukey.

c - Cada valor é a média de oito observações.

d - Erro padrão da média.

TABELA 16 - Dados de análise estatística para ácidos graxos voláteis, acético, propiónico e butírico, no período de 6 horas.

A.G.V.	Causa da variação	G.L.	Quadrados Médios						F	
			T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>		T <sub>4</sub>
Acético	Colunas	3	21,5833	97,6666	227,4166	127,7291	0,2090	2,2801	1,0816	1,0742
	Linhas	3	55,4166	170,1666	18,2500	64,5625	0,5367	3,9727	0,0868	0,5430
	Tratamentos	3	37,7500	39,1666	199,0833	30,8959	0,3656	0,9143	0,9468	0,2598
	Resíduo	6	103,2500	42,8333	210,2500	118,8959				
	C.V. (%)		18,34	10,72	23,91	19,15				
Propiónico	Colunas	3	12,7500	19,5625	28,5625	8,7500	8,5000	1,4423	3,7356	1,9811
	Linhas	3	8,7500	59,3958	19,7291	8,2500	5,8333	4,3794	2,5803	1,8679
	Tratamentos	3	6,0833	27,7291	43,2291	0,7500	4,0555	2,0445	5,6539*	0,1698
	Resíduo	6	1,5000	13,5625	7,6458	4,4166	4,4166			
	C.V. (%)		9,89	19,06	16,44	15,42				
Butírico	Colunas	3	25,0000	18,0833	13,1666	3,1666	6,5853	0,5305	0,2633	0,3304
	Linhas	3	6,8333	14,2500	19,8333	34,1666	2,0000	0,4180	0,3966	3,5652
	Tratamentos	3	1,1666	13,4166	16,6666	25,1666	0,3414	0,3936	0,3333	2,6260
	Resíduo	6	3,4166	34,0833	50,0000	9,5833				
	C.V. (%)		15,40	32,66	38,74	20,98				

\* = P < 0,05

do ruminal feita 4 horas após a alimentação, quanto o tratamento B (20 mM) foi superior ( $P < 0,05$ ) ao C (13 mM). Possivelmente esta diferença tenha ocorrido devido a amostragem feita no rúmen ou mesmo pelo método utilizado quando do cálculo da quantidade da mistura dos AGV, que foi feita por determinação gráfica.

Os resultados médios obtidos no presente trabalho em % molar foram C<sub>2</sub> (52-62), C<sub>3</sub> (17-22) e C<sub>4</sub> (19-22), com dietas à base de cana, teores de volumosos entre 58% e 77% em relação aos encontrados e amostragens do fluido ruminal feitas às 0,2,4 e 6 horas após a alimentação. Resultados estes semelhantes aqueles encontrados com dietas que apresentavam alta percentagem de volumosos, C<sub>2</sub> (65-75), C<sub>3</sub> (15-21) e C<sub>4</sub> (5-14)% molar (PHILLIPSON<sup>87</sup>). Sabe-se que a % molar do ácido acético aumenta em dietas com altas percentagens de volumosos e do ácido propiônico se eleva com grande quantidade de açúcares solúveis ou amido, isto é, com quantidades elevadas de concentrados, C<sub>2</sub> (40-66), C<sub>3</sub> (18-41) e C<sub>4</sub> (7-15)% molar.

Os resultados do presente estudo estão de acordo com os de SILVESTRE *et alii*<sup>123</sup> que obtiveram C<sub>2</sub> (50-60), C<sub>3</sub> (25-32) e C<sub>4</sub> (12-20) % molar, estudando níveis protéicos através de um suplemento contendo 30% PB e níveis energéticos com milho. Os autores concluíram que não houve efeito de qualquer dos suplementos no padrão de fermentação do rúmen, estando assim, de acordo com MINOR *et alii*<sup>72</sup> quando mostraram que nesta fase de digestão com dietas à base de cana, a fermentação ruminal é extremamente estável, não sendo influenciada pela adição de amido ou suplemento protéico. Em vista disso, é possível que o milho esteja atuando como fonte de precursores glucogênico, e este efeito se manifesta pela passagem de parte do amido intacto para o intestino delgado, quando é hidrolizado à glicose, do que por produção de ácido propiônico no rúmen.

Entretanto, SILVESTRE *et alii*<sup>124</sup> estudando quanti

dade de uréia no melaço em dietas à base de cana, mostraram que a % molar do ácido propiônico aumentou de 23% para 36% com níveis crescentes de uréia, enquanto a do ácido butírico diminuiu. Provavelmente este aumento na % molar do ácido propiônico esteja ligado ao efeito indireto da uréia, isto é, a uréia provocou diminuição no consumo do melaço, 3.500 g para 800 g/animal/dia e aumento no consumo de cana, 7,4 kg para 17,0 kg/animal/dia. Como a cana apresenta de 16 a 35% molar de ácido propiônico e melaço 19% molar, admite-se que este aumento no consumo de cana tenha provocado a maior % molar do ácido propiônico (LENG & PRESTON<sup>56</sup> e SILVESTRE *et alii*<sup>121</sup>). O mesmo fato ocorreu com o trabalho de LOSADA *et alii*<sup>62</sup> que obtiveram uma resposta linear na concentração dos AGV total (70 a 110 mM) com níveis crescentes de uréia no melaço. As percentagens de cana e da mistura melaço mais uréia representavam 58% - 78% e 24% - 10% em relação à dieta total para 70 e 110 mM, respectivamente.

O trabalho de MINOR *et alii*<sup>71</sup> com uréia, melaço, milho, farelo de arroz e torta de algodão em dietas à base de cana, também mostrou que os suplementos dietéticos não tiveram efeito significativo na % molar dos AGV. Os resultados encontrados por estes autores com amostras realizadas 3 horas após alimentação foram: C<sub>2</sub> (53-59), C<sub>3</sub> (25-30) e C<sub>4</sub> (13-20)% molar, resultados semelhantes aos alcançados no presente trabalho.

SILVESTRE *et alii*<sup>121</sup> também não obtiveram diferença no padrão de fermentação do rúmen quando estudaram a influência da farinha de carne, farinha de mandioca e óleo de amendoim em dietas à base de cana com uréia. Os resultados médios encontrados em % molar foram: C<sub>2</sub> (63-64), C<sub>3</sub> (23-24) e

C<sub>4</sub> (13-14), com amostras feitas 3 horas após alimentação.

Estudando níveis e métodos de fornecimento de farelo de arroz em dietas à base de cana, VALDEZ *et alii*<sup>127</sup>, PRIEGO *et alii*<sup>101</sup> e LOPEZ *et alii*<sup>61</sup>, também não encontraram diferença estatística na % molar dos AGV. Os resultados médios encontrados por estes autores foram C<sub>2</sub> (63-72), C<sub>3</sub> (16-20) e C<sub>4</sub> (7-18) % molar, com amostras feitas 3 horas após alimentação, concluindo que tanto o nível como o método de fornecer o farelo de arroz (misturado ou separado à cana), não afetaram a % molar dos ácidos graxos voláteis estudados.

Os trabalhos de FERREIRO *et alii*<sup>36</sup> com diferentes fontes de nitrogênio, PRIEGO & LORA<sup>98</sup> e RUIZ *et alii*<sup>108</sup> com farelinho de trigo em dietas à base de cana, obtiveram % molar de C<sub>2</sub> (65-70), C<sub>3</sub> (20-22) e C<sub>4</sub> (8-13) com amostras realizadas 3 horas após a alimentação. Os resultados encontrados não apresentaram diferença estatística, concluindo que as fontes de nitrogênio, assim como o farelinho de trigo, não influenciaram o padrão de fermentação do rúmen em AGV.

Também não foi encontrada diferença significativa na % molar dos AGV no trabalho de ALVAREZ & PRESTON<sup>2</sup> comparando cana madura e imatura. A % molar média encontrada foi C<sub>2</sub> (58-62), C<sub>3</sub> (24-25) e C<sub>4</sub> (13-16) para amostras feitas 3 horas após a alimentação com dietas básicas constituídas de 70% de colmo e 30% de ponta de cana.

PRIEGO *et alii*<sup>97</sup> medindo parâmetros do rúmen com dietas constituídas de 75% de colmo e 25% de ponta de cana, através de mudanças gradativa e brusca das dietas, também não encontraram diferenças significativas na % molar dos AGV, afirmando os autores que os valores encontrados são aqueles usualmente observados em dietas à base de cana. Entretanto, com

adição de ácido propiônico houve aumento na % molar deste ácido com amostras realizadas 3 horas após a alimentação (PRIEGO & SUTHERLAND<sup>100</sup>). O nível de 30 g de ácido propiônico/kg cana fresca, representou uma contribuição de 7,5 equivalente/dia do total de propionato formado no rúmen e em % molar passou de 22% (sem ácido propiônico) para 30% (30 g ácido propiônico/kg cana fresca).

O trabalho de MONTPELLIER *et alii*<sup>76</sup> teve como objetivo estudar o efeito do tamanho das partículas de cana (grossa e fina) através da % molar dos AGV. Os resultados não apresentaram diferença estatística, exceção para ácido butírico ( $P < 0,05$ ), e as médias encontradas foram: C<sub>2</sub> (60-62), C<sub>3</sub> (22-23) e C<sub>4</sub> (18-15) % molar para partículas grossa e fina respectivamente, em amostras feitas 3 horas após alimentação. Entretanto, o trabalho de SILVESTRE *et alii*<sup>120</sup> mostrou superioridade ( $P < 0,01$ ) na % molar do ácido butírico (15-11) da partícula fina sobre a grossa.

Os resultados mostraram que em dietas à base de cana, suplementos protéicos e energéticos não afetaram o padrão de fermentação do rúmen, tendo em vista que nas diferentes dietas estudadas a % molar dos ácidos acético, propiônico e butírico foram semelhantes estatisticamente.

Os teores de amônia no rúmen das dietas são apresentadas na Tab. 17 e os dados da análise estatística na Tab. 18.

Os resultados encontrados com os diferentes teores de amônia não apresentaram diferença estatística ( $P < 0,05$ ) entre as dietas estudadas, exceção para o tempo inicial (entre refeições) quando o tratamento C (9,14mgNH<sub>3</sub>/100ml)

TABELA 17 - Teores médios de amônia, no período de 6 horas, das dietas experimentais<sup>c</sup>.

Tratamentos	Tempo de colheita			
	T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>6</sub>
	mg de NH <sub>3</sub> /100 ml			
A	4,51 ± 0,66 <sup>b</sup>	19,62 ± 2,59 <sup>d</sup>	8,68 ± 2,37	5,23 ± 1,34
B	6,76 ± 0,93 <sup>ab</sup>	26,59 ± 1,15	8,14 ± 1,63	3,71 ± 0,90
C	9,14 ± 1,28 <sup>a</sup>	26,75 ± 1,26	10,12 ± 2,48	5,87 ± 1,23
D	6,74 ± 1,68 <sup>ab</sup>	27,83 ± 2,09	8,08 ± 1,36	5,89 ± 0,53

a e b - As letras representam diferenças estatísticas entre tratamentos. Os dados seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente (P < 0,05) pelo teste Tukey.

c - Cada valor é média de quatro observações.

d - Erro padrão da média.

TABELA 18 - Dados de análise estatística para amônia, no período de 6 horas.

Causa da Variação	G.L.	Quadrados médios						F	
		T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>2</sub>		T <sub>4</sub>
Colunas	3	13,6768	9,7654	17,6565	6,0022	6,7620	0,5769	1,0717	1,5970
Linhas	3	5,4868	12,6600	14,6542	4,1633	2,7128	0,7480	0,8894	1,1077
Tratamentos	3	14,2982	56,5658	3,5863	4,1959	7,0693*	3,3421	0,2176	1,1164
Resíduo	6	2,0225	16,9251	16,4750	3,7582				
C.V. (%)		20,93	16,32	46,34	37,43				

\* P &lt; 0,05

foi significativamente superior ao tratamento A(4,51 mg NH /100 ml). Possivelmente esse fato ocorreu devido a maior quantidade de proteína dietética da dieta C, trazendo como consequência uma produção de amônia acima daquela que poderia ser aproveitada pelos microorganismo do rúmen.

A quantidade de amônia formada no rúmen depende do tipo de proteína contida na dieta e da presença de carboidratos. No que se refere a utilização de nitrogênio no rúmen, os carboidratos constituem fator de maior influência, pois a síntese microbiana depende da presença desses compostos. Como já foi mencionado, a sua participação é através do fornecimento de energia e de esqueleto carbônico necessários à essa síntese (CHURCH<sup>22</sup>). A percentagem de nitrogênio encontrado através de uma dieta mista (concentrado e volumoso) em carneiros foram: bactérias 10,4% N na MS e protozoários 2,7% na MS (HUNGATE<sup>48</sup>). Como essa proteína constitui parte dos compostos nitrogenados assimilados pelos ruminantes seu valor é altamente importante.

A concentração da amônia no rúmen é influenciada pela quantidade e solubilidade da proteína dietética, quantidade de uréia oriunda da saliva e de difusão através da parede do rúmen, assim como, da velocidade a qual é absorvida pelo rúmen. Pela atividade da urease do fluido ruminal, a uréia é rapidamente hidrolizada à amônia e dióxido de carbono.

O aumento da quantidade de açúcar e amido na dieta, decresce a concentração de amônia no rúmen. Esse fato, foi explicado por PHILLIPSON<sup>87</sup> que a inclusão de carboidratos rapidamente fermentescíveis aumenta a velocidade a qual os microorganismos pode incorporar nitrogênio amoniacal no protoplasma celular.

A concentração ótima de amônia no fluído ruminal ainda não foi estabelecida, SATTER & SLYTER<sup>113</sup> estimaram em 5 mg/100 ml, enquanto MEHREZ *et alii*<sup>65</sup> sugeriram 23 mg/100 ml. Deve ser ressaltado também, que o nível crítico de amônia no rúmen abaixo do qual o crescimento microbiano pode ser prejudicado ainda não está claramente definido, podendo variar em função da taxa de crescimento dos microorganismos.

Os resultados obtidos neste experimento mostraram que o máximo da concentração de amônia ocorreu com amostras feitas 2 horas após a alimentação, 19,62; 26,59; 26,75 e 27,83 mg NH<sub>3</sub>/100 ml, declinando até os níveis de 5,23; 3,71; 5,87 e 5,89 mg NH<sub>3</sub>/100 ml em amostras realizadas 6 horas após a alimentação para os tratamentos A, B, C e D, respectivamente. As concentrações para os tempos 0 (entre refeições) e 4 horas após alimentação se encontram na Tab. 17.

PRIEGO *et alii*<sup>101</sup> trabalhando com níveis de farelo de arroz em dietas à base de cana mais uréia, obtiveram níveis de amônia de 8,5; 20,4 e 24,0 mg/100 ml em amostras feitas 0,3 e 6 horas após a alimentação. Os mesmos autores, encontraram resultados semelhantes substituindo o farelo de arroz por farinha de mandioca. Esses valores são similares aos achados nesse experimento, exceção para os encontrados com amostras realizadas 6 horas após alimentação (24 mg/100 ml) superior a média dos tratamentos obtidos nesse trabalho (5 mg/100 ml). Possivelmente essa diferença esteja associada a síntese microbiana, isto é, o número de microorganismos presentes no rúmen foram insuficientes para absorção da amônia. A quantidade média de biomassa protozoária encontrada nessas amostras foram de 0,9% "PCV" (Packed cell volume) enquanto nas amostras realizadas após 3 horas de alimentação foi de 1,2%

"PCV".

Resultados de 7,6 mg  $\text{NH}_3$ /100 ml de 12 mg $\text{NH}_3$ /100ml foram encontrados por FERREIRO *et alii*<sup>36</sup> com amostras ruminais feitas às 0 e 3 horas após alimentação em dietas à base de cana mais fontes de nitrogênio, uréia, silagem de peixe, farelo de soja e propionato de amônia. O teor de amônia encontrado com amostras feitas 3 horas após alimentação (12 mg/100 ml) foi cerca de 50% inferior a média obtida dos tratamentos experimentais (25 mg/100 ml) com amostras feitas 2 horas após alimentação. Provavelmente esta diferença esteja ligada a síntese microbiana, como conseqüência da quantidade de proteína das dietas experimentais. No trabalho de FERREIRO<sup>36</sup>, a quantidade de proteína das rações não foram mencionadas, mas certamente são inferiores a desse trabalho. A quantidade de biomassa protozoária foi de 0,58% "PCV", inferior a encontrada no trabalho de PRIEGO *et alii*<sup>101</sup> de 1,2% "PCV", com amostras feitas 3 horas após a alimentação. Entretanto, os resultados com amostras feitas no tempo 0, de 7,6 mg  $\text{NH}_3$ /100 ml, assim como, os encontrados no trabalho de ELLIOTT *et alii*<sup>28</sup> de 5 mg $\text{NH}_3$ /100 ml com dietas à base de cana mais uréia e níveis de farelo de arroz, foram semelhantes a média das dietas experimentais obtidas no presente trabalho, 6,78 mg  $\text{NH}_3$ /100 ml.

LOSADA *et alii*<sup>62</sup> trabalhando com dietas à base de cana mais farelo de arroz e quantidades de uréia no melão, obtiveram em amostras realizadas 2 horas após alimentação, concentração de amônia variando de 10,7 mg/100 ml a 61,4 mg/100ml, mostrando um efeito linear do nível de uréia sobre a concentração de amônia. Entretanto, com amostras feitas 4 horas após a primeira alimentação, mas com uma suplementação feita 2 horas antes da amostragem, as concentrações encontradas decresceram para 3,3 mg  $\text{NH}_3$ /100 ml a 38,1 mg  $\text{NH}_3$ /100 ml.

Provavelmente refletindo um rápido crescimento da população microbiana, estimulada pelo consumo dos açúcares fermentescíveis da cana e do melaço. A absorção pela parede do rúmen da amônia não depende somente da sua concentração no rúmen, mas também do pH ruminal. Hogan citado por PHILLIPSON<sup>87</sup> mostrou haver maior rapidez de absorção de amônia com pH igual a 6,5. No trabalho de LOSADA *et alii*<sup>62</sup> o pH variou de 7,0 a 8,5, sendo assim, é possível que nestes pH a absorção da amônia ocorra mais lentamente.

No presente trabalho, assim como, de MINOR *et alii*<sup>71</sup> com dietas à base de cana, uréia, melaço, torta de algodão, farelo de arroz e níveis de milho, o máximo de amônia no rúmen foi encontrado com amostras feitas entre 2 e 4 horas após a alimentação e as concentrações de amônia encontradas foram de 16 mg/100 ml a 38 mg/100 ml estando essas em função do concentrado da dieta. Os autores disseram que o alto teor de amônia, possivelmente esteja relacionado ao consumo de uréia da dieta, cerca de 150 g/animal/dia. VALDEZ *et alii*<sup>127</sup> trabalhando com cana mais uréia, associada ou não com farelo de arroz, obtiveram níveis de 55 mg NH<sub>3</sub>/100 ml e 50 mg NH<sub>3</sub>/100 ml, nas duas dietas respectivamente em amostras feitas 2 horas após a alimentação. Posteriormente a amônia decresceu a níveis médios de 10 mg/100 ml com amostras feitas no tempo 0 (entre refeições), mostrando que não houve efeito do farelo de arroz na sua concentração.

RUIZ *et alii*<sup>108</sup> trabalhando com dietas à base de cana, uréia, sulfato de amônia e diversos teores de farelinho de trigo, também não encontraram efeito significativo do farelinho de trigo na concentração de amônia, obtiveram valores médios de 14 mg/100 ml, com amostragens feitas durante 24 ho-

ras. O máximo de 30 mg/100 ml do teor de amônia, também ocorreu como no presente estudo, com amostras feitas entre 2 e 4 horas após a alimentação.

PRIEGO *et alii*<sup>101</sup> trabalharam com dietas à base de cana mais uréia e comparou mudanças brusca (1 dia) e gradual (7 dias), partindo de uma dieta de 100% de ponta de cana até chegar a uma relação final de 25% de ponta e 75% de colmo. Os resultados encontrados em amônia foram; gradual: 12 mg/100 ml - 12,9 mg/100 ml e brusca: 12,4 mg/100 ml - 15,1 mg/100 ml, com amostras feitas 1 e 6 horas após a alimentação.

Concluíram que a concentração de amônia não foi afetada pela maneira de substituir a dieta.

Nos diferentes tempos de colheita de amostras, fontes e quantidade de proteína e energia não afetaram estatisticamente a concentração de amônia no rúmen.

#### 4.3. Número de protozoários no rúmen

Os números de protozoários dos tratamentos experimentais são apresentados na Tab. 19 e os dados de análise estatística, na Tab. 20.

Pela análise dos dados expressos na Tab. 19 e 20, verificou-se que não houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) no número de protozoários das sub-classes Holotricha e Spirotricha. Sendo assim, os teores de proteína usados no presente trabalho, não provocaram aumento no número dos mesmos.

Os resultados médios obtidos das dietas experimentais foram de  $2,78 \times 10^4$  -  $13,27 \times 10^4$  e  $2,03 \times 10^4$  -  $10,96 \times 10^4$ , para sub-classes Holotricha e Spirotricha, com amostras feitas

TABELA 19 - Números médios de protozoários, no período de 4 horas, das dietas experimentais<sup>a</sup>.

Tratamentos	Período de colheita			
	T <sub>0</sub>	Spirotricha	Holotricha	T <sub>4</sub>
	protozoários/ml de conteúdo ruminal			
A	2,40 x 10 <sup>4</sup> ± 0,40 <sup>b</sup>	11,45 x 10 <sup>4</sup> ± 1,34	2,87 x 10 <sup>4</sup> ± 1,63	11,64 x 10 <sup>4</sup> ± 0,45
B	3,00 x 10 <sup>4</sup> ± 0,37	12,83 x 10 <sup>4</sup> ± 2,78	2,53 x 10 <sup>4</sup> ± 0,60	11,04 x 10 <sup>4</sup> ± 3,59
C	3,59 x 10 <sup>4</sup> ± 0,96	13,86 x 10 <sup>4</sup> ± 2,57	1,56 x 10 <sup>4</sup> ± 0,37	10,08 x 10 <sup>4</sup> ± 1,60
D	2,16 x 10 <sup>4</sup> ± 0,63	14,94 x 10 <sup>4</sup> ± 2,76	1,19 x 10 <sup>4</sup> ± 0,33	11,10 x 10 <sup>4</sup> ± 1,71

a - Cada valor é a média de oito observações.

b - Erro padrão da média.

TABELA 20 - Dados de análise estatística para protozoários, no período de 6 horas.

Tratamentos	G.L.	Quadrados médios				F			
		T <sub>0</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>4</sub>				
		Holotricha Spirotricha							
Colunas	3	2,3472	2,7339	5,5584	4,4484	1,3324	0,1279	1,7925	0,2066
Linhas	3	0,6768	49,8051	1,3728	27,1524	0,3841	2,3316	0,4427	1,2616
Tratamentos	3	1,6656	8,8335	2,4960	1,6836	0,9455	0,4135	0,8049	0,0782
Resíduo	6	1,7615	21,3603	3,1007	21,5219				

nos tempos 0 (entre refeições) e 4 horas após alimentação, respectivamente.

As duas sub-classes estudadas, mostraram decréscimo no número de protozoários com amostragens feitas após a alimentação, dados esses confirmados pelos trabalhos de WARNER<sup>131</sup> e MICHALOWSKI<sup>69</sup> com dietas de clima temperado e VALDEZ *et alii*<sup>127</sup> com dieta à base de cana e uréia quando encontram 0,5% "PCV" e 0,3% "PCV" de biomassa protozoária com e sem farelo de arroz em amostragens feitas no tempo 0 (entre refeições). Esses níveis chegaram a 0,1% "PCV" antes da refeição, entretanto alcançaram o máximo 7,5% "PCV" e 4,5% "PCV" nas duas dietas, com 6 a 8 horas após a alimentação. Esse decréscimo segundo CLARKE<sup>24</sup> foi devido a destintegração dos Holotricha, enquanto VALDEZ *et alii*<sup>127</sup> afirmaram que a diminuição ocorreu devido seu ~~concentramento~~ <sup>acumulação</sup> no fundo do rúmen, teoria segundo VAN HAYEN & PRINS<sup>129</sup> mais facilmente aceita, pois trabalhando com carneiros e obtendo amostras de todas as partes do rúmen, confirmaram as observações desses autores. Outro fator, que poderia estar contribuindo com o decréscimo no número de protozoários em amostras feitas após a alimentação é a ~~diluição~~ <sup>diálise</sup> das dietas no rúmen.

A concentração máxima de protozoários ocorrida 6 horas após alimentação foi confirmada por PRIEGO & SUTHERLAND<sup>99</sup> trabalhando com ponta de cana, uréia e farelo de arroz, encontraram biomassa protozoária média de 0,11% "PCV" com amostras feitas 1 hora antes das refeições e 0,41% "PCV" após 6 horas de alimentação. Os mesmos resultados médios foram obtidos por PRIEGO *et alii*<sup>97</sup> comparando mudanças de dietas à base de cana (gradual e brusca) de 0,2% "PCV" para 1 hora antes das refeições e 0,46% "PCV" 6 horas após a alimenta-

ção. Possivelmente o maior número de protozoários com amostras colhidas após esse tempo de alimentação (6 horas), pode ter ocorrido segundo PRIEGO & LENG<sup>96</sup> devido aos aumentos das contrações ruminais, que segundo os autores é quando ocorre a maior concentração de protozoários.

No presente estudo, a biomassa protozoária (Holotricha + Spirotricha) também diminuiu ( $16,05 \times 10^4$ ) para  $12,99 \times 10^4$  em amostras feitas 0 e 4 horas após a alimentação. Uma possível explicação para esse fato foi dada por HUNGATE<sup>49</sup> quando mostrou com amostras feitas até 6 horas após alimentação que os microorganismos ainda não haviam se multiplicado.

Os níveis protéicos e energéticos dos diversos trabalhos apresentados na revisão e inclusive o presente experimento, não mostraram efeito significativo no número de biomassa protozoária. SILVRESTRE *et alii*<sup>123</sup> trabalhando com dietas de cana-de-açúcar mais uréia, oferecidas à vontade e níveis de proteína e energia, encontraram valores para Holotricha de 1,12% o 1,56% "PCV" e Entodinia de 1,1% a 1,8% "PCV" com amostragem no final do período experimental. O mesmo fato ocorreu com MINOR *et alii*<sup>71</sup> trabalhando com dietas à base de cana, uréia e níveis de milho, encontrando diminuição na quantidade de Holotricha de  $2,48 \times 10^5$ /ml para  $1,70 \times 10^5$ /ml e Entodinia de  $3,0 \times 10^5$ /ml para  $2,7 \times 10^5$ /ml do conteúdo ruminal de animais sem e com milho e amostras feitas 3 horas após a alimentação.

Esses autores encontraram quantidades de Holotricha superior a do presente trabalho,  $2,03 \times 10^4$  (4 horas após a alimentação), possivelmente essa diferença esteja ligada a amostragens do conteúdo, pois as amostras desse trabalho foram realizadas através da fístula ruminal, enquanto aqueles autores amostraram após sacrifício dos animais, sendo assim,

certamente obtiveram amostras mais homogêneas. Outro fator que poderia estar afetando as amostragens já foi mencionado por VALDEZ *et alii*<sup>127</sup>, que os protozoários assentam no fundo do rúmen após a alimentação, prejudicando assim a colheita de conteúdo ruminal, quando feita sem sacrifício do animal.

SILVESTRE *et alii*<sup>124</sup> trabalhando com dietas, à base de cana e níveis de uréia no melaço, encontraram uma variação muito grande na biomassa protozoária de 0,2% "PCV" a 0,6% "PCV" em função da quantidade de uréia no melaço em amostras feitas 3 horas após a alimentação. Essa variação pode também estar relacionada com as amostragens do conteúdo ruminal, que foram realizadas através de sonda esofágica. Possivelmente essas amostras não sendo homogêneas, refletiram na biomassa protozoária existente no rúmen. Esses autores encontraram quantidades de Holotricha de  $2,5 \times 10^4$ /ml e de  $7,5 \times 10^4$ /ml para Entodinia, com animais recebendo 150g de uréia/kg de melaço. Os resultados encontrados com a sub-classe Holotricha foram semelhantes aos obtidos no presente trabalho  $2,03 \times 10^4$ /ml, com amostras feitas 4 horas após a alimentação.

FERREIRO *et alii*<sup>36</sup> trabalhando com dietas à base de cana, uréia, sulfato de amônia e testando fontes de nitrogênio, também não encontraram diferença estatística na quantidade de biomassa protozoária, com amostras feitas 3 horas após alimentação, obtiveram resultados variando de 0,56% a 0,64% "PCV". Entretanto com amostragens realizadas no tempo 0 (entre refeições) a variação foi de 0,25% a 0,53% "PCV".

PRIEGO *et alii*<sup>101</sup> com dietas à base de cana, uréia e níveis de farelo de arroz, também não encontraram diferença estatística na biomassa protozoária com amostras feitas 0,3 e 6 horas após a alimentação. Os resultados médios obtidos

foram: 0,35%, 1,2% e 1,0% "PCV", indicando uma ligeira queda na quantidade de protozoários entre 3 e 6 horas. Os mesmos autores, substituindo o farelo de arroz por farinha de mandioca, encontraram resultados semelhantes ao farelo de arroz, entretanto a quantidade de biomassa protozoária foi ligeiramente superior das amostragens feitas 6 horas após a alimentação, 1,44% "PCV" sobre as das 3 horas, 1,33% "PCV". O mesmo resultado foi encontrado por RUIZ *et alii*<sup>108</sup> estudando o efeito do farelinho de trigo na biomassa protozoária com dieta à base de cana. As quantidades encontradas variaram de 0,33% a 0,42% "PCV" com sete amostragens feitas durante às 24 horas.

O número total médio de protozoários encontrados no presente trabalho de  $1,60 \times 10^5$  e  $1,29 \times 10^5$  para amostragens feitas nos tempos 0 e 4 horas após a alimentação, são inferiores aos obtidos com feno mais concentrado de clima temperado, 0,8 a  $1,0 \times 10^6$ . Entretanto, foram semelhantes aos achados com trevo vermelho de  $1,9 \times 10^5$  e com feno desse trevo,  $1,0 \times 10^5$  (HUNGATE<sup>48</sup>).

Os diferentes teores e fontes de proteína e energia não apresentaram efeitos sobre o número de protozoários e os resultados obtidos nesse trabalho, foram semelhantes aos encontrados nos demais experimentos com dietas à base de cana. Entretanto, é bom salientar que as diferenças ocorridas na quantidade de protozoários entre os diferentes trabalhos e esta pesquisa, em grande parte, pode ter ocorrido devido as metodologias utilizadas nas contagens desses microorganismos. Os autores na sua maioria, trabalharam pela técnica denominada "packed cell volume" (PCV), que estima a quantidade de protozoários existentes no conteúdo ruminal, enquanto o método

utilizado nesse trabalho proposto por PURSER & MOIR<sup>103</sup> é feita a contagem direta.

#### 4.4. Glicose e uréia no plasma sanguíneo

Os valores médios de glicose no plasma sanguíneo, no período de 6 horas das dietas experimentais, estão na Tab. 21 e os dados da análise estatística, na Tab. 22.

Os teores médios de glicose das dietas não apresentaram diferença estatística ( $P < 0,05$ ) e os valores encontrados foram: 74,50; 59,00; 62,25; 66,75 mg de glicose/100ml e 83,50; 75,25; 82,25; 78,25 mg de glicose/100ml, para os tratamentos A, B, C, D e amostragens feitas nos tempos 0 (entre refeições) e 6 horas após a alimentação, respectivamente.

A média encontrada nas dietas experimentais foi 79,81 mg de glicose/100 ml com amostras feitas 6 horas após a alimentação, resultado semelhante ao de KOENIG & BOLING<sup>53</sup> comparando dois níveis protéicos 10,4% e 20,3%. Esses autores encontraram 71,5 e 70,2 mg de glicose/100 ml com amostras feitas 4 horas após a alimentação nos dois níveis, respectivamente. Ainda neste trabalho com amostras feitas 24 horas após a primeira amostragem, mas com uma alimentação durante esse período, encontraram concentrações de 64,8% e 63,6 mg de glicose/100 ml para os mesmos níveis protéicos, semelhantes a média das dietas experimentais do presente estudo, 66,37 mg de glicose/100 ml com amostras feitas no tempo 0 (entre refeições). Os autores concluíram que os níveis protéicos não afetaram a concentração de glicose no plasma sanguíneo e houve um decréscimo nessa concentração até atingir a homeostase após 52 horas de alimentação. Os mesmos resultados foram ob-

TABELA 21 - Valores médios de glicose no plasma sanguíneo, no período de 6 horas, das dietas experimentais<sup>a</sup>.

Tratamentos	Período de colheita	
	T <sub>0</sub>	T <sub>6</sub>
	mg/100 ml	
A	74,50 ± 4,87 <sup>b</sup>	83,50 ± 6,98
B	59,00 ± 3,93	75,25 ± 3,72
C	65,25 ± 9,57	82,25 ± 3,70
D	66,75 ± 6,65	78,25 ± 8,12

a - Cada valor é a média de quatro observações.

b - Erro padrão da média.

TABELA 22 - Dados de análise estatística para glicose, no período de 6 horas

Causa de variação	G.L.	Quadrado médio				F
		T <sub>0</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>0</sub>	T <sub>6</sub>	
Colunas	3	199,5833	215,3958	1,4298	6,5478	
Linhas	3	222,0833	288,5625	1,5910	8,7720	
Tratamentos	3	162,4166	57,0625	1,1635	1,7346	
Resíduo	6	139,5833	32,8958			
C.V. (%)		17,79	7,18			

tidos por MOORE *et alii*<sup>78</sup> trabalhando com dietas básicas constituída de capim bermuda e 1% de formaldeído, mais infusão de 3g/dia de metionina e de 96 g/dia de glicose. Os resultados encontrados variaram de 64,5 a 76,4 mg de glicose/100 ml com amostras feitas às 0, 2, 4 e 6 horas após a alimentação. Os resultados não apresentaram diferença estatística, entretanto houve uma tendência de aumento para os animais que receberam infusão de metionina e metionina mais glicose. Os teores obtidos por MOORE *et alii*<sup>78</sup>, também são semelhantes aos achados no presente trabalho de 66,37 a 79,81 mg de glicose/100 ml para as médias das dietas experimentais e colheitas feitas nos tempos 0 e 6 horas após a alimentação.

Os autores que trabalharam com dietas à base de cana, optaram por suplementos energéticos e não protéicos como nesse estudo.

RAVELO *et alii*<sup>105</sup> com dietas à base de cana e uréia, compararam farelo de arroz e farinha de mandioca como fontes de amido e conseqüentemente de precursores glicogênicos. O resultado médio encontrado para os níveis de farelo de arroz foi de 70 mg de glicose/100 ml com amostras feitas 4 horas após a alimentação e as taxas de entrada de glicose foram: 5,0; 7,0 e 8,5 mg/kg<sup>3/4</sup>/min para os níveis de (0, 200 e 400 g/dia). Com farinha de mandioca a concentração média de glicose foi de 67 mg/100 ml, as taxas de entrada variaram de 5,7 a 9,3 mg/kg<sup>3/4</sup>/min nos diferentes níveis de mandioca. Entretanto, amostragem feitas 7 horas após a alimentação, a concentração média de glicose foi de 90 mg/100 ml e as taxas de entrada de 5,7 a 7,7 mg/kg<sup>3/4</sup>/min.

Os autores concluíram que as fontes, assim como, os teores estudados, não provocaram efeito na concentração de

glicose no plasma, entretanto esse fato não ocorreu com a taxa de entrada de glicose no sangue. Houve aumento notável da taxa de entrada com a quantidade de farelo de arroz oferecida ( $r^2 = 0,86$ ), indicando que grande parte do amido passou intacto para o trato inferior do animal, em contraste houve coeficiente de regressão ( $r^2 = 0,28$ ) para farinha de mandioca, mostrando que grande parte do amido foi fermentado no rúmen. Possivelmente a diferença entre os alimentos pode estar relacionada à presença de nutrientes associados, especificamente os óleos, enquanto o farelo de arroz contém aproximadamente 13% a farinha de mandioca tem menos de 1%. Outro nutriente que pode estar envolvido é a proteína do farelo de arroz, que segundo ELLIOTT *et alii*<sup>27</sup> parece escapar da fermentação no rúmen. A conclusão mais importante foi que a farinha de mandioca parece suprir quantidade mínimas de precursores glicogênicos.

Alguns autores se preocuparam em medir a quantidade de amido que passam para o duodeno. ELLIOTT *et alii*<sup>28</sup> trabalhando com dietas à base de cana, uréia, melão e níveis de farelo de arroz encontraram: 9,7, 13,1 e 20,0 g amido/100 g MS da digesta duodenal, para os níveis de 400, 800 e 1200 g/dia de farelo de arroz. Concluíram que uma considerável quantidade de polímeros de glicose provenientes do farelo de arroz escapam a degradação no rúmen. Entretanto, FERREIRO *et alii*<sup>31</sup> trabalhando com dieta básica de colmo e ponta de cana na relação 70:30, mais uréia e comparando colmo de bananeira, milho e farelo de arroz através de quantidade de amido que passa intacto através do rúmen, encontraram 13,1, 15,2 e 2,4 g/100MS da digesta duodenal nas dietas respectivamente. Houve diferença significativa entre colmo de bananeira e milho sobre farelo de arroz ( $P < 0,05$ ). Os autores concluíram que as dife-

rentes concentrações de amido (2,4 g/100g MS) e a achada por ELLIOTT *et alii*<sup>28</sup> de (20,0 g/100 g MS) no farelo de arroz, é justificada principalmente pela quantidade desse nutriente encontrado no farelo e também devido ao tamanho das partículas dos grãos de arroz. No trabalho de ELLIOTT *et alii*<sup>28</sup> havia 52% de amido e os grãos estavam inteiros, enquanto no trabalho de FERREIRO *et alii*<sup>31</sup>, havia 23% e a granulação do arroz era de 2 mm aproximadamente.

Os trabalhos mostraram que as quantidades de proteína e energia não afetaram a concentração de glicose do plasma sanguíneo. Os níveis obtidos nos diferentes tempos de colheita, são aqueles normalmente encontrados em diferentes dietas, inclusive naquelas à base de cana-de-açúcar.

Os valores médios de uréia no plasma sanguíneo, durante o período de 6 horas, das dietas experimentais, estão na Tab. 23 e os dados da análise estatística na Tab. 24.

As concentrações médias de uréia encontradas no plasma foram: 16,25; 21,25; 21,50; 23,75 mg/100 ml e 22,25; 24,25; 26,50; 30,00 mg/100 ml, para os tratamentos A,B,C,D e colheitas de amostras realizadas nos tempos 0 (entre refeições) e 6 horas após a alimentação. Esses valores não apresentaram diferença estatística ( $P < 0,05$ ), entretanto houve uma tendência crescente da concentração de uréia em função do nível de proteína da dieta.

MEYRELLES *et alii*<sup>66</sup> estudando a substituição de cana por rama de mandioca com bovinos em crescimento, encontraram concentrações de uréia variando de 10,6 a 15,6 mg/100 ml, não diferentes estatisticamente. As amostras de sangue foram feitas 2 e 4 horas após a alimentação. As menores concentrações de uréia foram encontradas nas dietas com maio-

TABELA 23 - Valores médios de uréia no plasma sanguíneo, no período de 6 horas, das dietas experimentais<sup>a</sup>.

Tratamentos	Período de colheita	
	T <sub>0</sub>	T <sub>6</sub>
	mg/100 ml	
A	16,25 ± 0,75 <sup>b</sup>	22,25 ± 1,43
B	21,25 ± 5,12	24,25 ± 6,22
C	21,50 ± 1,65	26,50 ± 1,19
D	23,75 ± 1,43	30,00 ± 1,08

a - Cada valor é a média de quatro observações.

b - Erro padrão da média.

TABELA 24 - Dados de análise estatística para uréia, no período de 6 horas.

Causa de variação	G.L.	Quadrado médio			F
		T <sub>0</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>0</sub>	
Colunas	3	58,7291	79,8333	2,2533	2,7848
Linhas	3	15,5625	36,3333	0,5971	1,2674
Tratamentos	3	40,0625	44,1666	1,5371	1,5406
Resíduo	6	26,0625	28,6666		
C.V. (%)		24,67	20,79		

res proporções de rama de mandioca. Os autores explicaram essa diferença como sendo proveniente principalmente da redução de carboidratos fermentescíveis (açúcares), conseqüentemente trazendo altas concentrações de amônia ruminal 36,7mg/100 ml, quando comparada a dieta com cana, 30,0 mg/100 ml. As concentrações médias de uréia das dietas experimentais obtidas nesse trabalho foram de 20,68 e 25,75 mg/100 ml, com amostras feitas nos tempos 0 e 6 horas após a alimentação, resultados esses superiores aos de MEYRELLES *et alii*<sup>66</sup> de 12,82 mg/100 ml. Possivelmente essa diferença, esteja ligada ao consumo de nitrogênio, enquanto nesse trabalho a ingestão média foi de 108 gN/dia, no trabalho de MEYRELLES *et alii*<sup>66</sup> foi de 73 gN/dia.

O trabalho de KUMAR *et alii*<sup>55</sup> mostrou alta correlação ( $r = 0,83$ ) entre o nível protéico da dieta e a concentração de uréia no plasma sanguíneo. Estes trabalharam com bovinos e rações que apresentaram consumo médio de nitrogênio de 82 a 52 g/dia. Os valores médios de uréia encontrados foram 22,0 e 15,6 mg/100 ml diferentes estatisticamente. Os autores concluíram que a concentração de uréia no plasma, pode ser utilizada na avaliação do estado nutricional de bovinos.

Alguns trabalhos tiveram como objetivo estudar a influência da quantidade de proteína da dieta na concentração de uréia do plasma. FENDERSON & BERGEN<sup>29</sup> trabalharam com bovinos e dietas que apresentavam de 11% a 40% de PB. O consumo médio de nitrogênio foi de 160g/dia a 320g/dia e a concentração média de uréia variou de 7,0 a 21,0 mg/100 ml sendo seu máximo de 27,0 mg/100 ml, com amostras feitas antes das refeições. Os autores não mediram amônia no sangue e N-urinã

rio. Os resultados médios encontrados nesse trabalho de 20,68 mg/100 ml (tempo 0), foram semelhantes aos encontrados por esses autores com dietas que apresentaram consumo de 320 gN/dia, entretanto bem superior ao consumo médio de 180gN/dia desse trabalho. Essa grande ingestão de nitrogênio provocou alta concentração de amônia no rúmen, 81,9 mg/100 ml, o que não ocorreu no presente estudo, com nível médio de 6,78 mg/100 ml. Sendo assim, segundo os autores, provavelmente grande parte daquela amônia foi eliminada na forma de uréia pela urina, conseqüentemente não sendo utilizada pelo animal. BYERS & MOXON<sup>21</sup> também trabalhando com bovinos e níveis protéicos, 11,6%, 14,5% e 16,5% encontraram consumo de nitrogênio de 672, 858 e 1.022 g/dia e concentração de uréia igual a 7,6, 10,2 e 15,2 mg/100 ml, diferentes significativamente, com amostras feitas após a alimentação. Esses autores mostraram também o efeito do nível protéico sobre a concentração de uréia no plasma sanguíneo. O mesmo resultado foi obtido por KOENIG *et alii*<sup>54</sup> trabalhando com ovinos e comparando combinações de níveis de proteína bruta (8% e 16%) com energia digestível (3,00 e 3,75 kcal/g). Os resultados encontrados em níveis de uréia no plasma foram: baixa energia (8,01 e 18,32 mg/100 ml) e alta energia (5,56 e 19,13 mg/100 ml). As amostras foram feitas 3,6 e 9 horas após a alimentação. Os autores concluíram que houve efeito significativo entre os níveis protéicos e não entre os energéticos. As concentrações de uréia encontradas nas dietas que apresentavam de 14% a 16% de PB, foram semelhantes as obtidas no presente estudo, 16 a 23 mg/100 ml com dietas que tinham de 11,3% a 15,8% de PB em amostragens feitas no tempo zero.

Com a finalidade de estudar efeito de diferentes

fontes de nitrogênio (uréia, farelo de soja e alfafa) na concentração de uréia no plasma, HORTON & NICHOLSON<sup>47</sup> trabalharam com bovinos e dietas que apresentavam as mesmas quantidades de proteína bruta 14,2% e energia 2,25 Mcal/kg. Os níveis de uréia encontrados foram 20,6, 20,2 e 13,7 mg/100 ml, sendo a alfafa inferior estatisticamente ( $P < 0,05$ ) aos demais alimentos. Os resultados mostraram que o baixo nível de uréia encontrado na dieta com alfafa, reflete a reduzida digestão fermentativa dessa ração, entretanto segundo os autores, a utilização de nitrogênio da dieta com alfafa pode ser mais eficiente que daquelas que contém uréia e farelo de soja, porque há uma correlação negativa entre uréia no plasma e N-retido.

KOENIG & BOLING<sup>53</sup> trabalharam com carneiros e rações com 10,42% PB (A) e 20,32% PB (B), cuja finalidade foi medir os efeitos desses níveis protéicos na engorda dos animais. Um dos parâmetros estudados foi a concentração de uréia no plasma. As amostras de sangue foram feitas 4 horas após a alimentação e posteriormente a cada 24 horas até amotragens final com 148 horas. Na dieta (A) a concentração de uréia inicial foi de 6,32 mg/100 ml, o máximo ocorreu com 52 horas, 13,65 mg/100 ml e terminou com 7,96 mg/100 ml. Os autores explicaram que essa elevação no nível de uréia se deve a aceleração da entrada de aminoácidos oriundos da gluconeogenese e o declínio subsequente como sendo reflexo da mudança para utilização de aminoácidos cetogênicos. Os níveis encontrados na dieta (B) foram 23,33, 21,19 e 10,41 mg de uréia/100 ml nos mesmos horários de colheita da dieta (A), sugerindo uma utilização prolongada de aminoácidos durante a fase de engorda. BERGER *et alii*<sup>10</sup> trabalhando com dietas com 8,2%

e 14,8% PB, encontraram níveis de uréia variando de 6,79 a 17,24 mg/100 ml. Esses valores apresentaram diferença significativa, concluindo mais uma vez o efeito da quantidade de proteína da dieta na concentração de uréia encontrada no plasma sanguíneo.

Nas condições do presente trabalho, ocorreu uma tendência de aumento na concentração de uréia no plasma com a elevação de proteína nas dietas.

## 5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho, permitem algumas conclusões quanto a influência da quantidade de farelo de soja no consumo voluntário de cana-de-açúcar por bovinos em crescimento:

1. Os teores de farelo de soja empregados nas dietas experimentais não provocaram aumentos significativos no consumo de matéria seca de cana-de-açúcar.

2. As quantidades de farelo de soja estudadas afetaram, significativamente, os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta; entretanto, os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, fibra bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e energia bruta, não apresentaram diferença estatística.

3. Os balanços médios de nitrogênio dos animais consumindo as dietas experimentais, também não apresentaram diferenças estatísticas em relação às quantidades de proteína ingerida.

4. O padrão de fermentação no rúmen, medido através do pH, ácido graxos voláteis e amônia, em diferentes tempos de colheita (0, 2, 4 e 6 horas) após alimentação, não va-

riou estatisticamente com os teores de farelo de soja estudados. Houve exceção para amônia com amostragens feitas no tempo inicial; o tratamento A (300g de farelo de soja) foi estatisticamente inferior aos demais.

5. Os diferentes teores de proteína não apresentaram influência sobre os números de Holotricha e Spirotricha com amostras feitas nos tempos 0 e 4 horas após alimentação.

6. As quantidades de proteína propostas no presente estudo, não afetaram a concentração de glicose do plasma sanguíneo com amostras feitas em tempos 0 e 6 horas após a alimentação.

7. Houve uma tendência de aumento na concentração de uréia no plasma sanguíneo com níveis crescente de proteína das dietas experimentais, com amostragens feitas nos tempos 0 e 6 horas após alimentação.

8. Como o tratamento A (300g de farelo de soja) foi o mais econômico, fica essa dieta como sugestão prática para os nossos criadores utilizarem em seus rebanhos.

## 6. RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido na Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de São Carlos, pertencente a EMBRAPA - Ministério da Agricultura. Seu objetivo foi comparar quatro níveis de farelo de soja na ingestão voluntária de cana-de-açúcar, através dos índices de consumo, coeficientes de digestibilidade, balanço de nitrogênio, parâmetros ruminais e metabólicos de bovinos em crescimento.

Foram utilizadas quatro (4) novilhas 7/8 Holandês-Zebu, fistuladas no rúmen e peso médio de 240 kg, aproximadamente. O delineamento experimental usado foi um quadrado latino (4x4) e os tratamentos foram os seguintes: (A) 1,5 kg de fubã de milho + 300 g de farelo de soja + 100 g de uréia + cana-de-açúcar, (B) 1,5 kg de fubã de milho + 600 g de farelo de soja + 100 g de uréia + cana-de-açúcar, (C) 1,5 kg de fubã de milho + 900 g de farelo de soja + 100 g de uréia + cana-de-açúcar e (D) 1,5 kg de fubã de milho + 1.200 g de farelo de soja + 100 g de uréia + cana-de-açúcar.

O consumo médio de matéria seca da cana-de-açúcar

por tratamento foi: (A)  $3,505 \pm 0,17$  kg, (B)  $3,495 \pm 0,23$  kg, (C)  $3,532 \pm 0,19$  kg e (D)  $3,471 \pm 0,16$  kg, não apresentaram diferença estatística ( $P < 0,05$ ). O consumo médio da matéria seca das rações mostrou que o tratamento (D) foi superior ( $P < 0,05$ ) os tratamentos (B) e (A). O índice médio de consumo não apresentou diferença significativa.

Para os coeficientes de digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes das dietas experimentais, houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) na proteína bruta, sendo o tratamento (A) inferior aos demais e na fibra em detergente ácido, com o tratamento (C) superior ao (A). O balanço médio de nitrogênio foi positivo em todos os tratamentos e não apresentou diferença significativa.

Para os parâmetros ruminais, com amostras feitas às 0, 2, 4 e 6 horas após a alimentação, os valores de pH e % molar dos ácidos graxos voláteis não apresentaram diferença estatística. Entretanto para os mesmos ácidos graxos, expressos em mM, houve diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) para ácido propiônico, com amostras feitas 4 horas após a alimentação sendo o tratamento (B) superior ao (C). Os teores médios de amônia no tempo 0 (entre refeições) no tratamento (C) foram superiores ao (A), ( $P < 0,05$ ) e nos demais tempos de colheita não houve diferença. O número de protozoários em amostragens realizadas às 0 e 4 horas após a alimentação, não foi estatisticamente diferente entre os tratamentos.

Os valores médios de glicose e uréia no plasma sanguíneo às 0 e 6 horas após a alimentação também não apresentaram diferenças estatísticas.

## 7. SUMMARY

The objectives of this work were to compare 4 levels of soybean meal on sugar cane voluntary intake, diet digestibility, nitrogen balance and rumen and blood metabolites.

Four fistulated 7/8 Holstein-Zebu heifers were used in a 4 x 4 latin-square design. The experimental diets were: 1.5 kg corn meal + 100 g urea + sugar "ad libitum", and 300, 600, 900 and 1200 g soybean, respectively for treatments A, B, C and D.

The daily sugar cane dry matter voluntary consumption was the same for all treatments (3.5 kg). Crude protein digestibility in treatment A (56%) was lower ( $P < 0,05$ ) than treatments B, C and D (60%, 60% and 62%).

Volatile fatty acids (molar %) and pH measured at 0, 2, 4 and 6 hours post-feeding didn't show any difference, whereas propionic acid (mM) at 4 hours post-feeding was higher ( $P < 0,05$ ) in treatment B (20) than treatment C (13).

Rumen ammonia at 0 time was higher ( $P < 0,05$ ) in treatment C than treatment A, whereas no differences were

detected on post-feeding sampling. Rumen protozoa (Holotricha and Spirotricha) numbers were the same for all treatments, both at 0 and 4 hours after feeding.

Plasma glucose and urea levels were the same for all treatments at 0 and 6 hours post-feeding.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVAREZ, F.J. & PRESTON, T.R. Performance of fattening cattle on immature or mature sugar cane. *Trop. Anim. Prod.*, London, 1(2):106-11, 1970.
2. ALVAREZ, F.J. & PRESTON, T.R. Studies on urea utilization in sugar cane diets: effect of level. *Trop. Anim. Prod.* London, 1(3):194-201, 1976.
3. ALVAREZ, F.J.; WILSON, A. & PRESTON, T.R. Effect of spontaneous fermentation of sugar cane on performance of zebu bulls. *Trop. Anim. Prod.*, London, 4(1):61-4, 1979.
4. ALVAREZ, F.J.; WILSON, A.; SUTHERLAND, T.M. & PRESTON, T.R. Studies in urea utilization in sugar cane diets: effect of different methods of incorporating urea in the ration. *Trop. Anim. Prod.*, London, 1(3):186-92, 1976.
5. ANNISON; E.F.; LENG, R.A.; LINDSAY, D.B. & WHITE, R.R. The metabolism of acetic acid, propionic acid and butyric acid in sheep. *Biochem. J.*, Cambridge, 88(2): 248-52, 1963.

6. ARMSTRONG, D.G. Carbohydrate metabolism in ruminants and energy supply. In: DOUGHERTY, R.W. *Physiology of digestion in the ruminant*. Baltimore,, Waverley Press, 1965. p. 272-88.
7. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. *Official Methodos of Analysis*. 11 ed. Washington, 1970,1015p.
8. BANDA, M. & VALDEZ, R.E. Effect of stage of maturity on nutritive value of sugar cane. *Trop. Anim. Prod.*, London, 1(2):94-7, 1976.
9. BASSETT, J.; DENNEY, R.C.; JEFFERY, G.H. & MENDHAM, J. VOGEL. *Análise Inorgânica Quantitativa*. 4 ed. Trad. de Aida Espinola. Rio de Janeiro, Guanabara Dois, 1981, p.235-6.
10. BERGER, J.C.A.; FONTENOR, J.P.; KORNEGAY, E.T. & WEBB Jr., K.E. Feeding swine waste. II. Nitrogen utilization, digestibility and palatability of ensiled swine waste and orchardgrass hay or corn grain fed to sheep. *J. Anim. Sci.*, Champaign, 52(6):1404-16, 1981.
11. BERGMAN, E.N.; ROE, W.E. & KON, K. Quantitative aspects of propionate metabolism and gluconeogenesis in sheep. *Am. J. Physiol.*, Baltimore 211(3):793-99, 1966.
12. BERGMAN, E.N.; STARR, D.J. & REVLIN, S.S. Glycerol metabolism and gluconeogenesis in the normal and hypoglycemic ketosis sheep. *Am. J. Physiol.*, Baltimore, 215(4):874-80, 1968.
13. BONELL, R.J.S. Trad. *Técnicas de Bioquímica Clínica Gy Devaux*. Barcelona, JIMS, 1974, p.50.

14. BOODOO, A.; HULMAN, B.; PRESTON, T.R. LENG, R.A. Effect of an anti-protozoal agent on performance of growing calves fed a molasses based diet. *Trop. Anim. Prod.*, London, 3(2):134-9, 1978.
15. BOYNE, A.W.; EADIE, J.M. & RAITT, K. The development and testing of a method of counting rumen ciliate protozoa. *J. Gen. Microb.*, London, 17(2):414-23, 1957.
16. BRAMAN, W.L. & ABE, R.K. Laboratory and "in vivo" evaluation of the nutritive value of NaOH - treated wheat straw. *J. Anim. Sci.*, Champaign, 45(3):496-505, 1977.
17. BRASIL, Ministério da Agricultura. Centro Nacional de Pesquisas Agronômicas. *Levantamento e Reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo*. Rio de Janeiro, Bol.12, 1960. 605p.
18. BRIGGS, M.H. Urea as a protein supplement. Pergamon Press. London, 1967. 455p.
19. BRYANT, M.P. Microbiology of the rumen. In: SWENDON, M. *J. Dukes physiology of domestic animals*. 8 ed. Ithaca, Cornell University Press, 1975. cap. 23, p.508.
20. BURRIS, W.R.; BOLING, J.A.; BRADLEY, N.W. & YOUNG, A.W. Abomasal lysine infusion in steers fed a urea supplemented diet. *J. Anim. Sci.*, Champaign, 42(3):699-705, 1976.
21. BYERS, F.M. & MOXON, A.L. Protein and selenium levels for growing and finishing beef cattle. *J. Anim. Sci.*, Champaign, 50(6):1136-44, 1980.
22. CHURCH, D.C. *Digestive physiology and nutrition of ruminants*. Cornavallis, O.S.U. Bookstores Inc. 1972,

vol.1. p.340.

23. CIOLA, R. *Introdução à cromatografia em fase gasosa*. São Paulo, USP, 1973. p.158-63, 192-3.
24. CLARKE, R.T.J. Diurnal variation in the numbers of rumen ciliate protozoa in cattle. *New Zealand J. Agric. Rev.*, Wellington, 8(1):1-9, 1965.
25. COLEMAN, S.W.; FLORES, O.N.; ALLEN, R.J. & MOORE, J.E. Effect of pelleting and forage maturity on quality of two sub-tropical forage grasses. *J. Anim. Sci.*, Champaign, 46(4):1103-12, 1978.
26. CRICKENBERG, R.G., BERGEN, W.G., FOX, D.G & GIDEON, N.A. Effect of protein level in corn-corn silage diets on abomasal nitrogen passage and utilization by steers. *J. Anim. Sci.*, Champaign, 49(1):177-82, 1979.
27. ELLIOTT, R.; FERREIRO, H.M.; PRIEGO, A. & PRESTON, T.R. An estimate of the quantity of feed protein escaping degradation in the rumen of steers fed chopped sugar cane, molasses/urea supplemented with varying quantities of rice polishings. *Trop- Anim. Prod.*, London, 3(1):36-9, 1978.
28. ELLIOTT, R.; FERREIRO, H.M.; PRIEGO, A. & PRESTON, T.R. Rice polishing as a supplement in sugar cane diets: the quantities of starch ( $\alpha$ -linked glucose polymers) entering the proximal duodenum. *Trop. Anim. Prod.*, London, 3(1):30-5, 1978.
29. FENDERSON, C.L. & BERGEN, W.G. Effect of excess dietary protein on feed intake and nitrogen metabolism in steers. *J. Anim. Sci.*, Champaign, 42(5):1323-30, 1976.

30. FERNÁNDEZ, A.; GIRALDEZ, J. & MACLEOD, N.A. Rumen fermentation in calves reared on restricted suckling, sugarcane and molasses urea. *Trop. Anim. Prod.*, London, 1(2):138-43, 1976. 976.
31. FERREIRO, H.M.; ELLIOTT, R. & PRESTON, T.R. The effect of energy rich feed supplements on the availability of nutrients in the duodenum of cattle fed sugar cane. *Trop. Anim. Prod.*, London, 4(3):248-54, 1979.
32. FERREIRO, H.M. & PRESTON, T.R. Digestibility and voluntary intake of derinded sugar cane stalk with and without addition of cane tops. *Trop. Anim. Prod.*, London, 2(1):90-9, 1977.
33. FERREIRO, H.M. & PRESTON, T.R. Effect of adding sugar cane tops to derinded stalk or chopped whole stalk on digestibility and voluntary intake. *Trop. Anim. Prod.*, London, 1(1):28, 1976, abstract.
34. FERREIRO, H.M.; PRESTON, T.R. & SUTHERLAND, T.M. Digestibility of stalk and tops of mature and immature sugar cane. *Trop. Anim. Prod.*, London, 2(1):100-4, 1977.
35. FERREIRO, H.M.; PRESTON, T.R. & SUTHERLAND, T.M. Investigation of dietary limitations on sugar cane based diets. *Trop. Anim. Prod.*, London, 2(1):56-61, 1977.
36. FERREIRO, H.M.; SUTHERLAND, T.M. & WILSON, A. Effect of nitrogen source on rumen fermentation in diets based on sugar cane. *Trop. Anim. Prod.*, London, 2(3):319-22, 1977.
37. FERREIRO, H.M.; SUTHERLAND, T.M.; WILSON, A. & PRESTON, T.R. Fattening cattle with sugar cane: a comparison of different supplements. *Trop. Anim. Prod.*, London,

2(3):309-14, 1977.

38. FFOULKES, D.; DEB HOVELL, F.D. & PRESTON, T.R. Sweet potato forage as cattle feed: voluntary intake and digestibility of mixtures of sweet potato forage and sugar cane. *Trop. Anim. Prod.*, London, 3(2):140-4, 1978.
39. FFOULKES, D. & PRESTON, T.R. The banana plant as cattle feed: digestibility and voluntary intake of sugar cane and banana forage. *Trop. Anim. Prod.*, London, 3(2): 125-9, 1978.
40. FFOULKES, D. & PRESTON, T.R. Effect on voluntary intake and digestibility of supplementing chopped sugar cane stalk with cane tops, banana leaves or cassava forage. *Trop. Anim. Prod.*, London, 4(1):37-41, 1979.
41. GOERING, H.K. & VAN SOEST, P.J. *Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications)*. Washington, Agriculture Research Service, United States Department of Agriculture, 1970, 20p.
42. GONZÁLEZ, E. & MACLEOD, N.A. Spontaneous fermentation of sugar cane. *Trop. Anim. Prod.*, London, 1(2):80-5, 1976.
43. GONZÁLEZ, I. & WILLIAMS, A. Preliminary investigations on derinded sugar cane as a cattle feed. *Trop. Anim. Prod.*, London, 1(1):227-8, 1976 abstracts.
44. GUPTA, B.S. & JOHNSON, D.E. Energy partitioning and nitrogen balance of sheep fed soybean straw diets. *J. Anim. Sci.*, Champaign, 46(5):1326-31, 1978.
45. HADDAD, C.M. *Eficiência de utilização de nutrientes pelas raças Canchim e Charalês*. Piracicaba, USP, 1978.

91p. Tese Mestrado.

46. HEALD, P.J. & OXFORD, A.E. Fermentation of soluble sugar by anaerobic holotrich protozoa of the genera *Iso-tricha* and *Dasytricha*. *Biochem. J.*, Cambridge, 53(3): 506-12, 1953.
47. HORTON, G.M.J. & NICHOLSON, H.H. Nitrogen sources for growing cattle fed barley and either wheat straw or dehydrated alfalfa. *J. Anim. Sci.*, Champaign, 52(5): 1143-49, 1981.
48. HUNGATE, R.E. The rumen as a continuous fermentation system. In: \_\_\_\_\_. *The rumen and its microbes*. New York, Academic Press Inc, 1966,p.244.
49. HUNGATE, R.E. The rumen protozoa. In: \_\_\_\_\_. *The rumen and its microbes*. New York, Academic Press Inc, 1966,p.92-146.
50. ISAACSON, H.R.; HINDS, F.C.; BRYANT, M.P. & OWENS, F.N. Efficiency of energy utilization by mixed rumen bacteria in continuous culture. *J. Dairy Sci.*, Champaign, 58(11):1645-59, 1979.
51. JAHN, E. & CHANDLER, P.T. Performance and nutrient requirements of calves fed varying percentages of protein and fiber. *J. Anim. Sci.*, Champaign, 42(3):724-35, 1976.
52. KAUFMANN, W. & SAELZER, V. *Fisiologia digestiva aplicada del ganado vacuno*. Zaragoza, Acribia, 1976.p.72.
53. KOENIG, J.M. & BOLING, J.A. Short-term metabolic response in wethers to high dietary protein intake prior to fasting. *J. Anim. Sci.*, Champaign, 52(2):382-90, 1981.

54. KOENIG, J.M.; BOLING, J.A. & BULL, L.S. Energy and protein metabolism in ewes influenced by age and dietary protein-calorie ratio. *J. Anim. Sci.*, Champaign, 51(4):1011-22, 1980.
55. KUMAR, S.; MEHRA, U.R. & SINGH, V.B. Effect of dietary on plasma protein, plasma protein fractions and plasma urea in ruminants. *Indian J. Anim. Sci.*, New Delhi, 50(20).146-50, 1980.
56. LENG, R.A. & PRESTON, T.R. Sugar cane for cattle production. Present constraints, perspectives and research priorities, *Trop. Anim. Prod.*, London, 1(1):1-22, 1976.
57. LENG, R.A.; STEEL, J.W. & LUICK, J.R. Contribution of propionate to glucose synthesis in sheep. *Biochem. J.*, Cambridge, 103(3):785-90, 1967.
58. LINDSAY, D.B. Carbohydrate metabolism in the ruminal. In: PHILLIPSOW, A.T. *Physiology of digestion and metabolism in the ruminant*, Newcastle, Oriel Press Limited, 1970 p.438-451.
59. LÓPEZ, J. & PRESTON, T.R. Rice polishings as a supplement in sugar cane diets for fattening cattle: effect of different combinations with blood meal. *Trop. Anim. Prod.*, London, 2(2):143-7, 1977.
60. LÓPEZ, J.M.; PRESTON, T.R.; SUTHERLAND, T.M. & WILSON, A. Rice polishings as a supplement in sugar cane diets: effect of level of rice polishings in wet and dry season conditions, *Trop. Anim. Prod.*, London, 1(3):164-71, 1976.

61. LÓPEZ, J.M.; PRIEGO, A.; WILSON, A. & PRESTON, T.R. Rice polishings as a supplement in sugar cane diets: effects of giving it as a separate meal or mixed with the sugar cane. *Trop. Anim. Prod.*, London, 2(3):323-7, 1977.
62. LOSADA, H.; ARANDA, E.; RUIZ, J. & ALDERETE, R. Effect of urea on voluntary intake and metabolic parameters in bulls fed sugar cane and molasses. *Trop. Anim. Prod.*, London, 1(3):164-71, 1979.
63. LUCAS, D.M.; FONTENOT, J.P. & WEBB Jr., K.E. Composition and digestibility of cattle fecal waste. *J. Anim. Sci.*, Champaign, 41(5):1480-86, 1975.
64. LUSKY, K.S.; STEPHENS, D.F. & TOTUSEK, R. Influence of breed and level of winter supplement on roughage intake and digestibility in drylot cows. *J. Anim. Sci.*, 43(6):1293-9, 1976.
65. MEHREZ, A.Z.; ØRSKOV, E.R. & McDONALD, I. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. *Brit. J. Nutr.*, London, 38(4):437-45, 1977.
66. MEYRELLES, L.; MACLEOD, N.A. & PRESTON, T.R. Cassava forage as a protein source in sugar cane diets for cattle: effect on rumen fermentation of different levels of cassava forage and urea. *Trop. Anim. Prod.*, London, 2(3):300-5, 1977.
67. MEYRELLES, L. & PRESTON, T.R. Effect of pre-fermentation, level of wheat bran and access or no to molasses containing 10% urea on performance of zebu bulls fed a sugar cane basal diet. *Trop. Anim. Prod.*, London, 3(3):218-23, 1978.

68. MEYRELLES, L.; ROWE, J.B. & PRESTON, T.R. The effect on the performance of fattening bulls of supplementing a basal diet of derinded sugar cane stalk with urea, sweet potato forage and cottonseed meal. *Trop. Anim. Prod.*, London, 4(3):255-62, 1979.
69. MICHALOWSKI, T. Diurnal changes in concentration of rumen ciliates and in occurrence of dividing forms in water buffalo (*Bubulus bubulus*) fed once daily. *Applied Environ. Microb.*, Baltimore, 33(4):802-4, 1977.
70. MINOR, S.; MACLEOD, M.A. & PRESTON, T.R. Effect of sampling by fistula or at slaughter on estimation of rumen protozoa. *Trop. Anim. Prod.*, London, 2(1):62-7, 1977.
71. MINOR, S.; MACLEOD, N.A.; PRESTON, T.R. & LENG, R.A. Studies on digestion in different sections of the intestinal tract of bulls fed sugar cane/urea with different supplements. *Trop. Anim. Prod.*, London, 2(2):163-74, 1977.
72. MINOR, S.; SILVESTRE, R.; RAVELO, G.; MACLEOD, N.A. & LENG, R.A. Relative importance of the rumen, omasum and caecum in the digestion of sugar cane diets by cattle. *Trop. Anim. Prod.*, London, 1(1):43,4, 1976. abstracts.
73. MONTPELLIER, F.A. & PRESTON, T.R. Digestibility of tops, rind, derinded stalk and the entire plant of sugar of sugar cane. *Trop. Anim. Prod.*, London, 2(1):13-7, 1977.
74. MONTPELLIER, F.A. & PRESTON, T.R. Digestibility and voluntary intake of complete feeds based on different

ratios of chopped whole sugarcane and final molasses. *Trop. Anim. Prod.*, London, 1(1):32, 1976. abstracts.

75. MONTPELLIER, F.A. & PRESTON, T.R. Digestibility and voluntary intake on sugarcane diets: effects of chopping the cane stalk in particles of different sizes. *Trop. Anim. Prod.*, London, 2(1):40-3, 1977.
76. MONTPELLIER, F.A.; VALDEZ, R.E. & PRESTON, T.R. Processing of sugar cane: effect of derinding and coarseness of chopping in animal performance and rumen fermentation. *Trop. Anim. Prod.*, London, 2(2):206-12, 1977.
77. MONTGOMERY, M.J.; BAXTER, H.D. & BEARDEN, B.J. Corn silage supplementation for maximum intake and milk production. *J. Dairy Sci.*, Champaign, 55(11):1915-22, 1976.
78. MOORE, C.K.; AMOS, H.E.; EVANS, J.J.; LOWREY, R.S. & BURDICK, D. Nitrogen balance, abomasal crude protein and amino acids in wethers fed formaldehyde - treated coastal bermudagrass and infused methionine, glucose or monensin. *J. Anim. Sci.*, Champaign, 50(6):1145-59, 1980.
79. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 5 ed. Washington, National Academy of Sciences, 1978.p.76.
80. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Urea and others nonprotein nitrogen compounds in animal nutrition*. N.A.S. Washington, D.C., 1976.120p.
81. NEWTON, G.L.; UTLEY, P.R.; RITTER, R.J. & McCORMICK, W.C. Performance of beef cattle fed wastelage and digestibility of wastelage and dried waste diets. *J. Anim. Sci.*, Champaign, 44(3):447-51, 1977.

82. OLTJEN, R.R. & DINIUS, D.A. Processed poultry waste compared with uric acid, sodium urate, urea and biuret as nitrogen supplements for beef cattle fed forage diets. *J. Anim. Sci.*, Champaign, 43(1):201-8, 1976.
83. ØRSKOV, E.R.; FRAZER, C.; MACDONALD, I. & SMART, R.I. Digestion of concentrates in sheeps. The effect of adding fish meal and urea together to a cereal diet on protein digestion and utilization by sheep. *Brit. J. Nutr.*, London, 31(1):89-98, 1974.
84. PATE, F.M. Fresh chopped sugar cane in growing-finishing steer diets. *J. Anim. Sci.*, Champaign, 53(4):881-88, 1981.
85. PEDREIRA; J.V.S. Ensaio de digestibilidade (aparente) de cana-de-açúcar. *Bol. Ind. Anim.*, São Paulo, 20(único):281-88, 1962,
86. PERRY, F.G. & MACLEOD, G.K. Permanent rumen canula. *J. Dairy. Sci.*, Champaign, 52(2):264-5, 1969.
87. PHILLIPSON, A.T. Ruminat Digestion. In: SWENSON, M.J. *Dukes' physiology of domestic animals*. 8<sup>a</sup> ed. Ithaca, Corneel University Press, 1979. cap. 22, p.441
88. PHILLIPSON, A.T. & MCANALLY, R.A. Studies on the fate of carbohydrates in the rumen of sheep. *J. Exp. Biol.*, London, 19(1):199-214, 1942.
89. PIMENTEL GOMES, F. *Curso de Estatística Experimental*, 6 ed. São Paulo, Nobel, 1974. 430p.
90. PRESTON, T.R. Importance of the process of digestion and metabolism in diets based on sugar cane and its by-products. *Trop. Anim. Prod.*, London, 2(1):112, 1977. abstracts.

91. PRESTON, T.R. Nutritive value of sugar cane for ruminantes. *Trop. Anim. Prod.*, London, 2(2):125-42, 1977.
92. PRESTON, T.R.; CARCÁNO, C.; ALVAREZ, F.J. & GUITIERREZ, D.G. Rice polishings as a supplement in a sugar cane diet effect of level of rice polishings and of processing the sugar cane by derinding or chopping. *Trop. Anim. Prod.*, London, 1(3):150-2, 1976.
93. PRESTON, T.R. & LENG, R.A. Sugar cane as cattle feed: nutritional constraints and perspectives. *World Animal Review.*, Roma, 27(1):7-12, 1978.
94. PRESTON, T.R.; WHITELAN, F.G.; MACLEOD, N.A. & PHILIP, E.B. The nutrition of the early-weaned calf. VIII. The effect on nitrogen retention of diets containing different levels of fish meal. *Anim. Prod.*, Edinburgh 7(1):53-8, 1965.
95. PRESTON, T.R. & WILLIS, M.B. *Intensive beef production*. 2 ed., London, Pergamon Press, 1974. p.323-42.
96. PRIEGO, A. & LENG, R.A. Ruminant contrations in cattle fed sugar cane. *Trop. Anim. Prod.*, London, 1(2):76-8, 1976.
97. PRIEGO, A.; LOPEZ, J.M.; WILSON, A. & SUTHERLAND, T.M. Rumen adaptation to diets based on sugar cane. *Trop. Anim. Prod.*, London, 2(2):180-4, 1977.
98. PRIEGO, A. & LORA, J.A. Effect of feeding frequency and supplementation with wheat bran on voluntary intake and rumen function of cattle fed sugar cane. *Trop. Anim. Prod.*, London, 3(3):211-7, 1978.
99. PRIEGO, A. & SUTHERLAND, T.M. The effect of implantation of rumen cannulas on voluntary intake and rumen fer-

- mentation. *Trop. Anim. Prod.*, London, 2(1):68-72, 1977.
100. PRIEGO, A. & SUTHERLAND, T.M. The effect of propionic acid on pattern of ruminal fermentation, *Trop. Anim. Prod.*, London, 2(2):189-94, 1977.
101. PRIEGO, A.; WILSON, A. & SUTHERLAND, T.M. The effect on parameters of rumen fermentation, rumen volume and fluid flow rate of zebu bulls given chopped sugar cane supplemented with rice polishings or cassava root meal. *Trop. Anim. Prod.*, London, 2(3):292-9, 1977.
102. PURSER, D.B. & BEUCHLER, S.M. Amino acid composition of rumen organism. *J. Dairy. Sci.*, Champaign, 49(1):81-4, 1966.
103. PURSER, D.B. & MOIR, R.J. Ruminal flora studies in the sheep: the effect of pH on the ciliate population of the rumen in vivo. *Austral. J. Agric. Res.*, Melbourne, 10(4):555-64, 1959.
104. RAVELO, G.; BORDAS, F. & DEB HOVELL, F.D. The abomasal flow of starch in animals fed sugar cane supplemented with wheat bran or dried cassava root. *Trop. Anim. Prod.* London, 3(3):259-66, 1978.
105. RAVELO, G.; FERNÁNDEZ, A.; BOBADILHA, M.; MACLEOD, N.A., PRESTON, T.R. & LENG, R.A. Glucose metabolism in cattle on sugar cane based diets: a comparison of supplements of rice polishings and cassava root meal. *Trop. Anim. Prod.*, London, 3(1):12-8, 1978.
106. RAVELO, G.; MACLEOD, N.A. & PRESTON, T.R. The pattern of rumen fermentation in bulls fed chopped whole sugar cane tops, in each case with and without urea. *Trop.*

*Anim. Prod.*, London, 1(1):242-3, 1986, abstracts.

107. ROWE, J.B. & PRESTON, T.R. The banana plant as cattle feed: growth of animals given different proportions of banana tops and sugar cane with molasses ad libitum. *Trop. Anim. Prod.*, London, 3(3):193-9, 1978.
108. RUIZ, G., BOBADILLA, M. & DEB HOVEL, F.D. The effect of wheat bran on rumen fermentation, rumen volume and fluid flow rate in zebu bulls fed chopped whole sugar cane. *Trop. Anim. Prod.*, London, 3(3):247-58, 1978.
109. RUMSEY, T.S.; PUTNAM, P.A. WILLIAMS, E.E. & SAMUELSON, G. Effect of ruminal and esophageal fistulacion on ruminal parameters, saliva flow, EKG patterns and respiratory rate of beef steer. *J. Anim. Sci.*, Champaign, 35(6): 1248-55, 1972.
110. RUSSELL, J.R.; HURST, J.P.; JORGENSEN, N.A. & BARRINGTON, G.P. Wet plant fractionation: utilization of pressed alfalfa silage. *J. Anim. Sci.*, Champaign, 46(1):278-87, 1978.
111. SALAIS, F.J.; WILSON, A. & ELLIOTT, R. Determination of the apparent digestibility of diets containing coarsley or finely chopped cane tops. *Trop. Anim. Prod.*, London, 2(3):306-8, 1977.
112. SATTER, L.D. & ROFFLER, R.E. Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, Champaign, 58(8):1219-37, 1975.
113. SATTER, L.D. & SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production "in vitro". *Brit. J. Nutr.*, London, 32(2):199-208, 1974.

114. SCHAKE, L.M.; PINKERTON, B.W.; DONNELL, C.E.; RIGGS, J. K. & LICHTENWALNER, R.E. Utilization of cattle excrement for growth and maintenance of beef cattle. *J. Anim. Sci.*, Champaign, 45(1):166-79, 1977.
115. SILVA, J.F.C. da & LEÃO, M.I. Análises dos alimentos. In: \_\_\_\_\_. *Fundamentos de nutrição dos ruminantes*. Piracicaba, Livrocercos. 1979, p.200-219.
116. \_\_\_\_\_. Digestão de carboidratos. In: \_\_\_\_\_. *Fundamentos de Nutrição dos ruminantes*. Piracicaba, Livrocercos, 1979. p.41-77.
117. \_\_\_\_\_. Digestão de proteínas. In: \_\_\_\_\_. *Fundamentos de nutrição dos ruminantes*. Piracicaba, Livrocercos, 1979. p.85-92.
118. SILVA, J.F.C. da & LEÃO, M.I. Microbiologia do rúmen. In: \_\_\_\_\_. *Fundamentos de nutrição dos ruminantes*. Piracicaba, Livrocercos, 1979. p.26-32.
119. SILVESTRE, R.; DEB HOVELL, F.D. & PRESTON, T.R. Fattening cattle with sugar cane: effect of supplementation with final molasses. *Trop. Anim. Prod.*, London, 3(3): 200-10, 1978.
120. SILVESTRE, R.; MACLEOD, N.A. & PRESTON, T.R. Animal performance and rumen fermentation with sugar cane chopped finely or coarsely. *Trop. Anim. Prod.*, London, 1(2):86-92, 1976.
121. SILVESTRE, R., MACLEOD, N.A. & PRESTON, T.R. Effect of meat meal, dried cassava root and groundnut oil in diets based on sugar cane/urea, or molasses/urea. *Trop. Anim. Prod.*, London, 2(2):151-7, 1977.

122. SILVESTRE, R.; MACLEOD, N.A. & PRESTON, T.R. Supplementation of sugar cane/urea for growing cattle: effect of maize grain and different levels and sources of protein. *Trop. Anim. Prod.*, London, 2(1):81-9, 1977.
123. SILVESTRE, R.; MACLEOD, N.A. & PRESTON, T.R. Supplementation of sugar cane/urea for growing cattle: levels of maize grain and protein concentrate. *Trop. Anim. Prod.*, London, 1(3):206-14, 1976.
124. SILVESTRE, R.; MACLEOD, N.A. & PRESTON, T.R. Voluntary intake and live weight gain of cattle given chopped sugar cane and solutions of molasses containing different concentrations of urea. *Trop. Anim. Prod.*, London, 2(1):1-12, 1977.
125. THOMAS, V.M. & BEESON, W.M. Feather meal and hair meal as protein sources for steer calves. *J. Anim. Sci.*, Champaign, 45(4):819-25, 1977.
126. THOMAS, V.M.; GLOVER, D.V. & BEESON, W.M. Nitrogen and energy utilization of new endosperm types of corn with growing steers. *J. Anim. Sci.*, Champaign, 42(2):529-34, 1976.
127. VALDEZ, R.E.; ALVAREZ, F.J.; FERREIRO, H.M.; GUERRA, F.; LÓPEZ, J.; PRIEGO, A.; BLACKBURN, T.H.; LENG, R.A. & PRESTON, T.R. Rumen function in cattle given sugar cane. *Trop. Anim. Prod.*, London, 2(3):260-72, 1977.
128. VALDEZ, R.E. & LENG, R.A. In vivo digestion of fibre in sugar cane. *Trop. Anim. Prod.*, London, 1(1):50, 1976, abstracts.
129. VAN HAYEN, W. & PRINS, R.A. Carbohydrate fermentation by the rumen ciliate *Dasytricha ruminatio*. *Protistolo*

gia: 13(3):599-606, 1977.

130. WALDO, D.R. Extent and partition of cereal grain starch digestion in ruminant. *J. Anim. Sci.*, Champaign, 37(4):1062-74, 1973.
131. WARNER, A.C.I. Diurnal changes in the concentrations of microorganisms in the rumens of sheep fed limited diets once daily. *J. Gen. Microb.*, London, 45(2):213-35, 1966.
132. WELLER, R.A. & PILGRIM, A.F. Passage of protozoa and volatile fatty acids from the rumen of the sheep and from a continuous in vitro fermentation system. *Br. J. Nutr.*, London, 32(2):341-51, 1974.
133. WYBENGA, D.R.; GIORGIO, J. di & PILEGGI, A. Manual and automated methods for urea nitrogen measurement in whole serum. *Clin. Chem.*, Winston-Salem, 17(9):891-5, 1971.