EFEITO DE BICARBONATO DE SÓDIO E/OU LASALOCIDA
SOBRE DIGESTIBILIDADE DE DIETAS COM BAGAÇO DE CANA

CLAUDIO HENRIQUE WALTRICK DE BEM
Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. VIDAL PEDROSO DE FARIA

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

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Novembro - 1991

EFEITO DE BICARBONATO DE SÓDIO E/OU LASALOCIDA
SOBRE DIGESTIBILIDADE DE DIETAS COM BAGAÇO DE CANA

CLÁUDIO HENRIQUE WALTRICK DE BEM

Aprovada em 13.12.1991

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Vidal Pedroso de Faria	ESALQ/USP
Prof. Dr. Max Lázaro Vieira Bose	ESALQ/USP
Prof. Dr. Paulo de Figueiredo Vieira	FCAVJ/UNESP

Prof. Dr. Vidal Pedroso de Faria
Orientador

Aos meus pais JORGE e NESI
e à minha companheira IVIANE
DEDICO e OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Vidal Pedroso de Faria, pela orientação e estímulo na execução deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Wilson Roberto Soares Mattos, pela orientação e sugestões apresentadas.

Ao Prof. Dr. Celso Boin, pelo incentivo e colaboração.

À Iviane Alonso Bonganha de Bem, pelo carinho, incentivo e colaboração na condução de todas as etapas desta dissertação.

À FAPESP pela concessão de bolsa de estudos e auxílio financeiro para execução desta dissertação.

À Roche do Brasil pelo fornecimento do ionóforo utilizado.

Ao auxiliar de laboratório Carlos Cezar Alves pela colaboração.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram para realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	iv
LISTA DE TABELAS DO APÊNDICE.....	vi
RESUMO.....	vii
SUMMARY.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	03
2.1. Bagaço de cana-de-açúcar <i>in natura</i>	03
2.2. Bagaço de cana-de-açúcar tratado sob pressão de vapor.....	05
2.3. Efeito do alimento sob o pH ruminal.....	09
2.4. Agentes tamponantes em dietas de ruminantes.....	13
2.5. Ionóforos em dietas de ruminantes.....	20
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	32
3.1. Animais e instalações.....	32
3.2. Tratamentos e delineamento experimental.....	32
3.3. Período experimental.....	34
3.4. Período de coleta.....	35
3.5. Análises laboratoriais.....	35
3.6. Análises estatísticas.....	36
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.1. Composição média das dietas utilizadas.....	37
4.2. Consumo de matéria seca.....	38
4.3. Digestibilidade aparente da matéria seca e quantidades de matéria seca digerida.....	42
4.4. Digestibilidade aparente da proteína bruta.....	45
4.5. Digestibilidade aparente da fração fibrosa.....	48
4.6. Digestibilidade aparente da energia bruta e quantidades de energia digerida.....	53
4.7. Estimativas do NDT das dietas.....	56
4.8. Correlações entre as variáveis utilizadas para avaliar a energia das dietas.....	58
5. CONCLUSÕES.....	61
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1. Composição químico-bromatológica do bagaço de cana-de-açúcar.....	04
2. Composição químico-bromatológica do BIN e do BTPV tratado a uma pressão de 17 kgf/cm ² durante 5 minutos.....	06
3. Efeito da lasalocida [™] no desempenho de gado confinado com dietas de alta energia.....	30
4. Distribuição dos tratamentos e delineamento experimental utilizado.....	33
5. Composição das dietas experimentais.....	34
6. Composição químico-bromatológica das dietas experimentais (%MS).....	37
7. Análise de variância e valores médios obtidos para o consumo de matéria seca (g/kgPV ^{0,75}).....	39
8. Análise de variância e valores médios obtidos para os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS).....	43
9. Análise de variância e valores médios obtidos para a matéria seca digerida (MSD).....	44
10. Análise de variância e valores médios obtidos para os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDAPB).....	46
11. Análise de variância e valores médios obtidos para os coeficientes de digestibilidade aparente da fibra bruta (CDAFB).....	49
12. Análise de variância e valores médios obtidos para os coeficientes de digestibilidade aparente da fibra detergente ácido (CDAFDA).....	50
13. Análise de variância e valores médios obtidos para os coeficientes de digestibilidade aparente de fibra detergente neutro (CDAFDN).....	51

14. Análise de variância e valores médios obtidos para os coeficientes de digestibilidade aparente da energia bruta (CDAEB).....	54
15. Análise de variância e valores médios obtidos para as quantidades de energia digerida (ED).....	55
16. Análise de variância e valores médios obtidos para os nutrientes digestíveis totais (NDT).....	57
17. Correlações, coeficientes de determinação e equações de regressão entre os coeficientes de digestibilidade aparente da energia bruta (CDAEB), os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDAMS) e os nutrientes digestíveis totais (NDT) ingeridos.....	59
18. Correlações, coeficientes de determinação e equações de regressão entre a energia digerida (ED), a matéria seca digerida (MSD) e os nutrientes digestíveis totais (NDT).....	59
19. Correlações, coeficientes de determinação e equações de regressão entre os nutrientes digestíveis totais (NDT), a matéria seca digerida (MSD) e a energia digerida (ED).....	60

LISTA DE TABELAS DO APÊNDICE

Tabela	Página
1. Coeficientes de digestibilidades das dietas.....	72
2. Nutrientes digestíveis em porcentagem.....	73

EFEITO DE BICARBONATO DE SÓDIO E/OU LASALOCIDA
SOBRE DIGESTIBILIDADE DE DIETAS COM BAGAÇO DE CANA

Autor: CLAUDIO HENRIQUE WALTRICK DE BEM
Orientador: Prof. Dr. VIDAL PEDROSO DE FARIA

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da adição de bicarbonato de sódio e/ou lasalocida sódica e da exclusão do bagaço de cana *in natura* sobre os coeficientes de digestibilidade de uma ração completa oferecida a carneiros, contendo como alimento volumoso principal o bagaço de cana-de-açúcar tratado a pressão de vapor. A proporção volumoso:concentrado das dietas usadas foi de 60:40. Os tratamentos consistiram na presença, ausência e/ou associação dos dois aditivos e de uma fonte de fibra íntegra (bagaço *in natura*) na dieta. Os níveis de bicarbonato de sódio e lasalocida foram 1% e 22ppm, na matéria seca, respectivamente. O bagaço *in natura* entrou em substituição parcial ao bagaço tratado a pressão de vapor ao nível de 5%. As rações foram avaliadas em ensaios de digestibilidade utilizando-se 5 carneiros, submetidos a um delineamento em Quadrado Latino 5x5. Os resultados mostraram que não houve efeito dos aditivos sobre os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, fibra bruta, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido e energia bruta ($P > 0,05$). A exclusão da fonte de fibra íntegra (o bagaço *in natura*) também não afetou a

digestibilidade da dieta. Os valores de NDT calculados para as dietas experimentais não diferiram ($P>0,05$) e foram baixos (51,90% a 56,84%). Os coeficientes de correlação obtidos entre os parâmetros de avaliação da energia foram altos (0,91 a 0,99) e significativos ($P>0,05$).

EFFECT OF SODIUM BICARBONATE AND/OR LASALOCID
ON THE DIGESTIBILITY OF DIETS BASED ON SUGARCANE BAGASSE

Author: CLAUDIO HENRIQUE WALTRICK DE BEM

Adviser: VIDAL PEDROSO DE FARIA, Dr.

SUMMARY

The objective of the work was to evaluate the effect of sodium bicarbonate, sodium lasalocid and the exclusion of raw sugarcane bagasse on the coefficients of digestibility of dry matter, crude protein, crude fiber, acid detergent fiber, neutral detergent fiber and crude energy of diets fed to sheep containing steam pressure treated sugarcane bagasse as roughage. Roughage: concentrate ratio of the diets was 60:40. Treatments consisted of presence, absence and association of the two additives and the exclusion of raw bagasse as a source of untreated fiber. Sodium bicarbonate and lasalocid levels were 1% and 22 ppm on the dry matter basis, respectively. The raw bagasse was added to all diets but one as 5% of the dry matter. The design of the digestion trial was a 5x5 Latin Square. Results showed no effect ($P>0,05$) of additives on the coefficients of digestibility. Estimated TDN values of diets were not affected ($P>0,05$) by treatments and ranged from 51,90% to 56,84%. Correlation coefficients estimated for parameters used to evaluate energy were high (0,91 to 0,99) and significant ($P>0,05$).

1. INTRODUÇÃO

O bagaço de cana-de-açúcar é atualmente o maior resíduo agroindustrial produzido em maior volume no país. Pesquisas tem sido realizadas no sentido de viabilizar o uso desse material, principalmente na engorda de bovinos confinados, devido ao fato do bagaço *in natura* possuir baixa digestibilidade e baixa densidade, resultando em limitação física de consumo. Quando utilizado em rações, não deve ultrapassar a 40% da matéria seca da dieta, e torna-se necessário um prévio tratamento físico ou químico. O tratamento do bagaço sob pressão de vapor é o método mais utilizado nas usinas e destilarias visando melhoria do valor nutritivo.

Com o tratamento sob pressão de vapor, o bagaço torna-se um alimento de médio valor nutritivo, pois, proporciona melhoria na digestibilidade e eleva o teor de carboidratos solúveis. Porém, esse tratamento gera características ruminais desfavoráveis à digestão da fração fibrosa, por apresentar-se como um material ácido (pH entre 2,8 e 3,5), com alta friabilidade e tamanho de partícula reduzido. Por ser um alimento rico em parede celular, para ser utilizado com eficiência pelos ruminantes, é necessário que sua fração fibrosa seja degradada no rúmen.

A utilização de aditivos poderia proporcionar um ambiente ruminal mais favorável à atividade das bactérias celulolíticas, em dietas a base de bagaço tratado à pressão de vapor, permitindo assim talvez uma maior disponibilidade de energia e melhorando o desempenho animal. O uso do tamponante bicarbonato de sódio para controlar o pH ruminal, poderia criar uma condição adequada para o crescimento e a

atividade de bactérias celulolíticas. Por outro lado, o efeito do ionóforo lasalocida sódica poderia melhorar o processo fermentativo, devido a maior retenção de carbono e a elevação da proporção molar de propionato em relação a acetato e butirato. Esses dois aditivos poderiam incrementar o processo digestivo de dietas a base de bagaço tratado a pressão de vapor.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da adição de bicarbonato de sódio e/ou lasalocida sódica sobre a digestibilidade de dietas a base de bagaço tratado a pressão de vapor e também estudar o efeito da exclusão do bagaço *in natura* como fonte de fibra íntegra, nas dietas contendo o tamponante e o ionóforo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Bagaço de cana-de-açúcar *in natura*

A partir do processamento da cana-de-açúcar na usina são obtidos três subprodutos básicos: caldo, bagacilho e bagaço, sendo este último o mais importante quantitativamente, constituindo-se num alimento rico em constituintes da parede celular, de baixo conteúdo celular, baixa digestibilidade, baixa densidade, pobre em proteínas e minerais, apresentando, portanto, sérias limitações ao uso como alimento animal (BURGI, 1985; MATTOS, 1985; COSTA, 1987; LACORTE, 1987; CASTRO, 1989).

A digestibilidade do bagaço de cana-de-açúcar "in natura" (BIN) é bastante baixa, entre 25 e 35%, fato esse que associado a uma baixa densidade (150 kg/m^3), resulta em limitação física de consumo, o que leva o BIN a apresentar um baixo valor alimentar. A composição químico-bromatológica do BIN encontra-se na TABELA 1.

RANDEL (1966) utilizando 20 e 30% de BIN na MS de dietas de bovinos de corte, registrou o consumo de MS de BIN de 1,75 e 2,79 kg/dia; ganho de peso de 1,10 e 1,15 kg/cab/dia e conversão alimentar de 7,84 e 8,07. PACOLA et alii (1977) trabalhando com dietas contendo 57% de BIN na MS, obtiveram consumo de MS de BIN de 3,96 kg/dia, ganho de peso de 0,685 kg/dia e conversão alimentar de 10,15. BURGI (1985) utilizando dietas com 60% de BIN para bovinos em acabamento, obteve consumo de 1,91% do peso vivo, ganho de peso 0,699 kg/dia e conversão alimentar de 9,60.

TABELA 1. Composição químico-bromatológica do bagaço de cana-de-açúcar.

COMPOSIÇÃO	% MATÉRIA SECA
Proteína Bruta(Nx6,25)	1,0 - 2,0
Extrato Etéreo	0,1 - 0,3
Fibra Detergente Neutro(FDN)	84,0 - 88,0
Fibra Detergente Ácido(FDA)	58,0 - 62,0
Celulose	44,0 - 48,0
Hemicelulose	24,0 - 28,0
Lignina	10,0 - 14,0
Cinzas	2,0 - 4,0
Sílica	1,0 - 2,0

FONTE: MATTOS (1985).

O uso do BIN em dietas para bovinos é viável desde que sua utilização não exceda 40% da MS da dieta, ou que esse BIN esteja associado a um tratamento físico ou químico(PACOLA et alii, 1977; BURGI, 1985).

O BIN é um alimento com elevada proporção de constituintes de parede celular, contendo hemicelulose, celulose, lignina e sílica. A celulose é passível de ser hidrolisada a hexoses e a hemicelulose a pentoses, e ambos os açúcares produzidos poderiam suprir as necessidades energéticas de animais. Porém, como na madeira e outros resíduos agrícolas de uma forma geral, a celulose e a hemicelulose estão aglutinadas em um arranjo sistemático, ordenado como num cristal e este arranjo é envolvido por lignina. Embora as enzimas presentes no rúmen bovino tenham a capacidade de hidrolisar a celulose e a hemicelulose de forma a produzir açúcares, há grande dificuldade de acesso das enzimas aos pontos em que é possível a ruptura do polímero celulósico (MAGNANI et alii, 1985).O objetivo dos tratamentos é promover a ruptura das ligações entre lignina

e a celulose ou hemicelulose, permitindo assim o acesso das enzimas microbianas do rúmen a estes carboidratos (BURGI, 1985; MATTOS, 1985).

2.2. Bagaço de cana-de-açúcar tratado sob pressão de vapor

O tratamento do bagaço de cana mais utilizado nas usinas e destilarias para elevar o seu valor nutritivo, é o aquecimento sob pressão de vapor de água, em função de não exigir a adição de produtos químicos e utilizar somente vapor, abundante nestas indústrias. O tratamento consiste, basicamente, em submeter o material lignocelulósico a elevadas pressões e temperaturas, durante um determinado período de tempo, seguido de uma descompressão repentina. Este tratamento promove profundas alterações na composição das fibras, resultando em significativo aumento na digestibilidade do material tratado, quando utilizado sob condições específicas de pressão por um certo período de tempo (BURGI, 1985). Neste processo ocorre liberação de ácido acético, a partir da hemicelulose, provocando a degradação da mesma e do complexo ligno-celulósico (CASTRO, 1989). Segundo WALKER (1984), durante o tratamento ocorre a produção de outros compostos, como: ácidos, furfural e compostos fenólicos, além de perda de matéria seca através da volatilização de alguns compostos formados durante o tratamento.

O tratamento do bagaço de cana sob pressão de vapor resulta em um alimento de acidez elevada, cor marrom, friável, baixo teor de conteúdo celular, digestibilidade da MS e densidade aparente superiores às do BIN e com níveis de proteína e minerais similares ao BIN, como pode ser visto na TABELA 2. As amostras analisadas para composição da tabela foram produzidas pela combinação de pressão e tempo de tratamento que proporcionou máximo incremento na digestibilidade, para as condições do equipamento utilizado.

Destaca-se o desaparecimento da hemicelulose, o aumento do teor de extrativo não nitrogenado e o aumento da digestibilidade *in vitro*. O teor de proteína permaneceu baixo e os de lignina, celulose, matéria mineral e extrato etéreo também pouco se alteram (BURGI, 1987).

TABELA 2. Composição químico-bromatológica do bagaço *in natura* (BIN) e do bagaço tratado a pressão de vapor (BTPV).

DETERMINAÇÃO	BIN	BTPV
Matéria Seca(MS) %	48,31	40,32
pH	5,5	3,0
Densidade (kgf/m ³)	100-150	300-400
Friabilidade	(-)	(+)
Composição em g/100 MS:		
Proteína Bruta(PB)	1,86	1,67
Fibra Bruta(FB)	45,09	34,45
Extrato Etéreo(EE)	2,26	4,86
Matéria Mineral(MM)	2,73	4,77
Extrativo Não Nitrogenado(ENN)	48,06	54,25
Fibra Detergente Neutro(FDN)	85,24	58,16
Fibra Detergente Ácido(FDA)	62,33	62,65
Celulose	44,69	43,99
Hemicelulose	22,91	-
Lignina em Detergente Ácido	14,89	15,06
Ca	nd	0,12
P	nd	0,02
K	nd	0,16
DIVMS	33,31	64,82

FONTE: BURGI(1985).

O efeito do tratamento sob pressão de vapor na digestibilidade do bagaço de cana é afetado pela pressão e

pelo tempo de tratamento. Em geral, opera-se com pressão de 15 a 18 kgf/cm² e tempo de tratamento de 5 a 10 minutos. É necessário determinar o tempo ideal para uma determinada pressão de tratamento, pois existe uma faixa ótima de operação e o tratamento por um tempo excessivo provoca a redução da digestibilidade (BURGI, 1987).

CAMPBELL et alii (1973), estudando o efeito do tratamento de pressão e vapor sobre a utilização dos nutrientes de resíduos de cana-de-açúcar (pressão 28,1 kgf/cm² durante 45 segundos), observaram que os animais que recebiam dieta contendo 40% de bagaço tratado diminuíram drasticamente o consumo voluntário, após um período inicial de alto consumo. Sua explicação para o fato foi de que na decomposição da lignina há liberação de compostos fenólicos, que seriam possivelmente os responsáveis pela limitação do consumo. MARCOS et alii (1984) observaram aumento linear de extrato etéreo com o aumento do tempo de tratamento. Isso pode ser atribuído a uma contaminação da fração extrato etéreo pelos compostos fenólicos derivados da decomposição da lignina durante o tratamento.

JUNG & FAHEY Jr. (1983) afirmaram que monômeros fenólicos e lignina geralmente deprimem o crescimento e atividade de microrganismos anaeróbicos, a atividade das enzimas digestivas e o consumo de alimentos pelos animais. No entanto, MELLO Jr. (1987) trabalhando com bagaço tratado sob pressão de vapor determinou um aumento de 18 vezes na concentração inicial de compostos fenólicos do BIN e observou que a extração dos compostos fenólicos do BTPV não aumentou a extensão e nem a taxa de digestão *in vitro* deste alimento. Deve-se considerar, entretanto, que os monômeros fenólicos produzidos durante o tratamento sob pressão de vapor ainda não foram identificados, podendo estes terem pouco efeito contra os microrganismos do rúmen (CASTRO, 1989).

Outra característica importante do BTPV é a presença de grandes quantidades de carboidratos solúveis,

que poderiam influenciar sobre o abaixamento do pH ruminal. Estes carboidratos alcançando o rúmen são rapidamente degradados produzindo-se grandes quantidades de ácidos graxos voláteis (AGV), que determinariam uma queda do pH ruminal (CASTRO, 1989).

Ensaio de alimentação conduzidos com BTPV tem demonstrado que esse volumoso tem um bom potencial para utilização em dietas de bovinos. PATE (1982) utilizando-se de BTPV nos níveis de 0, 14, 30 e 46% na MS da dieta de animais em confinamento, obteve ganhos de peso (g/dia), consumo de MS (kg/dia) e em percentagem do peso vivo (%PV) e conversão alimentar de: 1100, 10,21, 2,47 e 9,28; 1230, 10,93, 2,60 e 8,89; 1400, 11,45, 2,70 e 8,18; 880, 10,42, 2,60 e 11,84, respectivamente. BURGI (1985), estudando o efeito dos níveis de 40, 50 e 60% de BTPV na MS da dieta para bovinos confinados, observou ganho de peso (g/dia), consumo de MS(kg/dia) e em %PV e conversão alimentar de 960, 9,92, 2,72 e 10,33; 816, 10,00, 2,79 e 12,25; 872, 10,13, 2,79 e 11,62, respectivamente.

LACORTE (1987), utilizando bovinos confinados testando dietas contendo 50% de BTPV na MS da dieta, obteve médias para ganho de peso (g/dia), consumo de MS (%PV) e conversão alimentar de 804, 2,63 e 12,3, respectivamente. LIMA & ZANETTI (1989), utilizando BTPV no nível de 50% da MS da dieta de bovinos confinados, obtiveram para ganho de peso (g/dia), consumo de MS (%PV) e conversão alimentar os seguintes valores, 1190, 2,56 e 10,19. BERCHIELLI *et alii* (1989), trabalhando com garrotes nelore, estudaram o efeito de níveis de concentrado e uréia em dietas com BTPV, encontraram nas dietas com 50% de BTPV na MS os seguintes resultados: 0,934 kg/dia de ganho de peso, 2,36% PV o consumo de MS e conversão alimentar igual a 6,0.

NUSSIO *et alii* (1990) avaliando o uso de bicarbonato de sódio em dietas com 55% de BTPV sobre o desempenho de bovinos confinados, encontraram no tratamento sem aditivo consumo de MS de 108,09 g MS/kg PV^{0,75}; ganho de

peso vivo de 0,93 kg/dia e conversão alimentar de 8,47. SANTOS (1991) e SANTOS *et alii* (1991), estudando o efeito de bicarbonato de sódio, lasalocida e cana-de-açúcar em dietas de BTPV no desempenho de bovinos, obtiveram no tratamento testemunha, o qual apresentava 50% de BTPV na MS, os seguintes resultados: para os parâmetros consumo de MS (gMS/kg PV^{0,75}), ganho de peso vivo (kg/dia) e conversão alimentar (kg MS/kg PV), respectivamente, foram 135,5, 1,15 e 11,5.

As dietas que contém BTPV apresentam elevado nível de consumo, o que segundo CASTRO (1989), seria devido à alteração da estrutura física do BIN. Essa estrutura é alterada pelo tratamento sob pressão de vapor, reduzindo o tamanho de partículas, aumentando a sua taxa de passagem pelo rúmen e estimulando o consumo. O autor observou também que a taxa de passagem pós-rúmen é menor para o BTPV quando comparado com o BIN em função de uma menor peristaltismo intestinal, o que causa uma taxa de passagem semelhante pelo trato digestivo inteiro de ambos, BIN e BTPV. Sob o ponto de vista de aproveitamento da fração fibrosa do BTPV, a alta taxa de passagem ruminal pode ser prejudicial, mas por outro lado, esta característica pode favorecer a utilização do concentrado, que seria menos atacado no rúmen, portanto mais digerido no intestino delgado.

2.3. Efeito do alimento sobre o pH ruminal

Nos ruminantes a secreção da saliva possui importante função. Além de facilitar a mastigação e a deglutição, é essencial para digestão microbiana no rúmen, por duas razões. Em primeiro lugar o alimento deve ser mantido em um meio ambiente líquido para ocorrer a digestão e como o rúmen não tem glândulas secretoras, o líquido secretado é exclusivamente da secreção salivar ou da ingestão de água. Em segundo lugar, grandes quantidades de

ácidos são produzidas no rúmen a partir da digestão microbiana, e esses ácidos devem ser rapidamente neutralizados para preservar o pH normal do rúmen. A saliva do ruminante é particularmente rica em bicarbonato de sódio e tampões a base de fosfato e possui uma poderosa capacidade de neutralização (SWENSON, 1988). HUNGATE (1966) destacou que o tipo de dieta pode interferir sobre o pH ruminal influenciando na fermentação microbiana e seus subprodutos.

Segundo WHEELER (1980), o pH ruminal é função da produção de saliva, produção e absorção de ácidos graxos voláteis e níveis de consumo de alimento, sendo que esses afetam o fluxo de saliva e a quantidade de tamponantes salivares no rúmen. O pH do rúmen usualmente permanece na faixa de 5,5 a 7,0 devido aos tamponantes adicionados via saliva e através da parede do rúmen.

Várias anormalidades fisiológicas tem sido atribuídas a mudanças no pH ruminal resultante de dietas ricas em concentrados. Trabalhos de BALCH et alii (1955) e BALCH (1958) revelaram que o fornecimento de dietas ricas em concentrados diminuíram o fluxo total de saliva e resultaram em uma menor capacidade de tamponamento ruminal. PEARCE (1965) observou que a ruminação era inibida em valores de pH abaixo de 5,5. SLYTER et alii (1970), relataram que valores de pH no rúmen de 5,5 ou inferiores estavam associados com uma redução no crescimento de protozoários, e WHEELER (1980) observou que um número reduzido de bactérias celulolíticas e elevado número de bactérias lácticas foram detectadas em pH de 5,2 ou inferiores. JACQUES et alii (1986), estudando trabalhos de outros autores, relatam que valores de pH ruminal de 6,7 a 7,1 estão na faixa ótima para bactérias celulolíticas.

WHEELER (1980), em trabalho de revisão, discutiu a inclusão de grãos e outros alimentos concentrados em proporções de 80 a 90% da MS, e relatou que essa prática tem sido associado a reduções nos coeficientes de digestibilidade da fração fibrosa e do amido em função do

ambiente gastrintestinal desfavorável gerado por este tipo de dieta. O autor comentou que as mudanças que ocorrem no trato gastrintestinal são decorrentes de: (1) uma acelerada taxa de passagem devido ao elevado consumo de alimento; (2) um ambiente ruminal desfavorável à fermentação de amido e fibra; (3) uma redução na utilização de nutrientes no intestino delgado causado por condições desfavoráveis para digestão e, (4) uma combinação dos fatores acima citados.

Em dietas com elevada proporção de concentrados, a produção de AGV é aumentada uma vez que um substrato altamente fermentescível é fornecido, levando a uma queda do pH que é agravada pela menor capacidade de tamponamento do meio (STAPLES & LOUGH, 1989). Assim a diminuição no pH e a mudança na produção de AGV podem originar-se de uma alteração no caminho metabólico dos microrganismos devido a uma mudança nos tipos de microrganismos presentes (RUSSELL et alii, 1979), estando geralmente associado a uma redução do consumo de alimento e possível aparecimento de distúrbios metabólicos. A proporção dos AGV no rúmen muda de uma dominância de ácido acético para uma composição onde o ácido propiônico é mais abundante (KILMER et alii, 1980). O baixo pH irá afetar a absorção dos AGV, fazendo com que a absorção relativa de propionato e butirato seja aumentada e de acetato diminuída (STAPLES & LOUGH, 1989). Em relação ao efeito do baixo pH, ARMENTANO & SOLORIZANO (1988) comentaram que em pH 5,0 não ocorre digestão da fibra detergente neutro (FDN), para pH 5,5 a digestão de FDN é menor que 20% e para pH 6,5 a digestão excede a 40%. FULTON et alii (1979) relataram que quando o pH cai abaixo de 5,5 ocorre diminuição no consumo de alimento, demonstrando a importância da manutenção do pH ruminal.

O fornecimento de dietas que contenham grandes quantidades de carboidratos rapidamente fermentescíveis pode resultar em substancial redução no pH do rúmen. Também devido a pequena proporção de volumoso, estas dietas caracterizam-se por partículas de tamanho reduzido, com

consequente rápida taxa de passagem pelo rúmen, fazendo com que grande parte do amido tenha sua digestão realizada no intestino delgado (WHEELER, 1980).

O pH ruminal pode ter grande importância em dietas à base de BTPV, pois iria influenciar sobre a população microbiana predominante, o crescimento e a produção de bactérias celulolíticas. Dietas à base de BTPV testadas por COSTA (1987) apresentaram uma queda acentuada do pH do fluido ruminal à partir do fornecimento da ração (pH 7,0) até 4 horas mais tarde, quando foi registrado seu valor mais baixo (pH 5,75), sendo esta depressão associada a concentração de AGV produzidos após a ingestão de alimento. O autor verificou que o crescimento de bactérias celulolíticas foi diminuído quando o pH ficou abaixo de 6,0, permanecendo assim por um determinado período.

O baixo pH ruminal encontrado em dietas à base de BTPV é influenciado pelos seguintes fatores: a) os valores de pH do BTPV são baixos, situados na faixa de 2,8 a 3,5 (BURGI, 1987); b) as condições físicas do alimento, que levam a uma falta de estímulo a ruminação (LANNA & BOIN, 1988 e CASTRO, 1989), o que consequentemente diminuirá a produção de saliva; c) o BTPV apresenta cerca de 20 a 25% da MS constituída de carboidratos solúveis principalmente pentoses, os quais ao alcançarem o rúmen serão rapidamente fermentados, contribuindo para queda do pH (CASTRO, 1989).

Sendo o BTPV um alimento rico em parede celular, para que haja eficiente utilização pelos ruminantes haveria necessidade de que a fração fibrosa fosse degradada no rúmen. Portanto, um ambiente ruminal adequado à atividade das bactérias celulolíticas é fundamental, principalmente no que se refere a aspectos como pH, nível de amônia no rúmen, tempo de retenção, disponibilidade de isoácidos e outros fatores (BERGEN & IOKOYAMA, 1977; BALDWIN & ALLISON, 1983; OWENS & GOETSCH, 1984).

2.4. Agentes tamponantes em dietas de ruminantes

Um tamponante pode ser definido como um sal de um ácido fraco, óxido ou hidróxido, os quais neutralizam ácidos presentes nos alimentos ou ácidos produzidos durante a digestão e metabolismo dos nutrientes (STAPLES & LOUGH, 1989). ARMENTANO & SOLORZANO (1988) definiram tamponantes como a mistura de ácidos fracos (ou bases) e suas bases conjugadas (ou ácidos). Segundo os autores o tamponante é caracterizado pelo seu pK_a , que vem a ser o pH no qual a metade do grupo ionizável do tamponante está desprotonizada. A capacidade tamponante de uma solução é definida pelo número de equivalentes de ácido ou base adicionadas, dividida pela variação ocorrida nos valores de pH do meio. O poder tamponante é aumentado pela elevação na concentração do tamponante e também será mais alto quando o pH do meio for igual ao seu pK_a . Tamponantes oferecem resistência a mudanças de pH dentro de mais ou menos uma unidade de pH de seu pK_a .

O fornecimento de dieta com grande quantidade de grãos para vacas em lactação tende a resultar em redução no percentual de gordura do leite, o que está relacionado com uma baixa concentração de ácido acético e uma mais elevada concentração de ácido propiônico no retículo-rúmen. A adição de tamponante nessas dietas causa aumento na concentração de ácido acético. Por essa razão, a adição de tamponante em dietas altas em energia para vacas em lactação pode melhorar o teor de gordura no leite, por promover a elevação da concentração do ácido acético no retículo-rúmen, o qual é precursor na síntese de gordura (WHEELER, 1980). COPPOCK *et alii* (1986), citando trabalhos de outros autores, relataram que estudos de rebanhos com produções superiores a 9080 kg por vaca por ano revelaram que 124 dos 178 rebanhos analisados recebiam tamponantes. A adição de tamponante em dietas de bovinos de corte tem sido estimulada, em dietas de animais em acabamento, as quais se utilizam de níveis mais

elevados de concentrado (WHEELER et alii, 1981).

Vários compostos tem sido avaliados por sua capacidade tamponante dos quais somente cinco provaram ser efetivos no fluido ruminal: bicarbonato de sódio, bicarbonato de potássio, carbonato de magnésio, carbonato de cálcio e bentonita (STAPLES & LOUGH, 1989). O bicarbonato de sódio tem sido usado em dietas de ruminantes para tamponar as condições ruminais sob situações de estresse ácido causado pela dieta ao ambiente ruminal. Esse tamponante tem sido adicionado em diferentes concentrações nas dietas de ovinos (HADJIPANAYIOTOU, 1982; JAMES & WOHLT, 1985; KOVACIK et alii, 1986), bovinos confinados (WHEELER et alii, 1981; NUSSIO et alii, 1990) e dietas de vacas leiteiras de alta produção (KILMER et alii, 1980; ERDMAN et alii, 1980; ERDMAN et alii, 1982a; ERDMAN et alii, 1982b; De PETERS et alii, 1984; REARTE et alii, 1984; ROGERS et alii, 1985). A sua utilização nessas situações geralmente envolve ajustes nutricionais radicais, pois as dietas fornecidas são constituídas por um percentual elevado de concentrado. As respostas a adição de bicarbonato de sódio tem sido variáveis, o que pode ser atribuído principalmente a proporção concentrado:volumoso e ao nível de consumo alimentar.

O bicarbonato de sódio é o mais comum tamponante no mercado e foi o primeiro a aparecer em experimentos com vacas leiteiras no início da década de sessenta, quando chegou a participar de 2,6 a 4,6% da MS do concentrado da dieta, em experimentos em que o concentrado era utilizado na proporção de 80 a 90% da MS. Embora esses níveis elevassem o percentual de gordura no leite, também estavam relacionados com uma redução no consumo de matéria seca (STAPLES & LOUGH, 1989). KRONFELD (1978) afirmou que o maior benefício do bicarbonato de sódio na alimentação seria o tamponamento dos ácidos produzidos no rúmen de tal modo que as reações no líquido ruminal ocorriam a pH acima de 6,0.

Segundo KILMER et alii (1980), geralmente durante o

período seco, vacas leiteiras recebem alimentação com elevada proporção em forragem, principalmente feno, com pouco ou nenhum concentrado. Após o parto a alimentação desses animais é mudada para uma ração alta em energia necessária para uma elevada produção de leite. A mudança de uma dieta baixa em energia para outra dieta alta em energia, imediatamente após a parição também é abrupta para adaptação ruminal. Os autores, avaliando a adição de bicarbonato de sódio correspondendo a 0,6% em rações de pré-parto com 85% de feno e 15% de concentrado e 0,7% em rações de pós-parto com 60% de silagem de milho e 40% de concentrado, concluíram que a adição do bicarbonato de sódio no período seco auxiliou a adaptação dos animais a mudança abrupta de dieta.

ERDMAN et alii (1980), estudaram o efeito do bicarbonato de sódio (1,5%) e óxido de magnésio (0,8%) na produção e fisiologia de vacas em início de lactação, recebendo dietas contendo 60% de concentrado e observaram que o bicarbonato de sódio promoveu aumentos no consumo, produção de leite, produção total de gordura e na proporção molar acetato:propionato. WHEELER et alii (1981) avaliaram o nível de cálcio e/ou bicarbonato de sódio na utilização de nutrientes em dietas ricas em concentrado, no desempenho de animais confinados. As dietas completas eram constituídas de 15% de silagem de milho e 85% de concentrado e foram formuladas para conter os seguintes tratamentos: 0,35% ou 0,70% de cálcio combinado com 0, 0,75 ou 1,5% de NaHCO_3 . Os autores verificaram que os índices de ganho de peso, conversão alimentar e utilização de nutrientes foram melhorados pelo aumento dos níveis de cálcio de 0,35% para 0,70%. A adição de 0,75% de bicarbonato de sódio em dietas contendo 0,35% ou 0,70% de cálcio não influenciou no desempenho animal, enquanto a adição de 1,5% de bicarbonato de sódio reduziu o ganho de peso e o consumo de alimento.

ERDMAN et alii (1982b), trabalhando com vacas em início de lactação recebendo dietas com 40% de silagem de milho e 60% de concentrado, examinaram os efeitos da

suplementação de 1,0% de bicarbonato de sódio e 0,8% de óxido de magnésio sobre produção de leite e digestão. Em relação a adição de bicarbonato de sódio, o consumo de alimento e a produção de leite não foram afetados, o coeficiente de digestibilidade aparente do amido foi diminuído, enquanto o de FDA aumentou. Em outro trabalho, ERDMAN et alii (1982a), testaram os efeitos da adição súbita contra a adição gradual de 1,5% de bicarbonato de sódio no concentrado, sobre a palatabilidade e o consumo voluntário dos concentrados fornecidos para vacas em lactação. Os resultados obtidos registraram que a inclusão súbita de 1,5% de bicarbonato de sódio reduziu o consumo de concentrado em 0,7 kg/dia na primeira semana e 0,9 kg/dia na segunda semana, enquanto que o aumento gradual de bicarbonato de sódio até alcançar o nível de 1,5% na terceira semana, evitou que houvesse redução no consumo. A adição gradual de bicarbonato de sódio aumentou a gordura do leite e a produção de leite foi diminuída tanto para adição súbita como para adição gradual de bicarbonato de sódio durante as duas primeiras semanas. As reduções no consumo de concentrado foram temporárias, sendo esta uma leve vantagem da adição de bicarbonato de sódio gradualmente.

HADJIPANAYIOTOU (1982) estudou o efeito da suplementação de 4,0% de bicarbonato de sódio sobre a produção e composição do leite de cabras em lactação e sobre a fermentação ruminal e digestibilidade em carneiros, com dieta constituída de 15% de feno e 85% de concentrado. O bicarbonato adicionado resultou em significativo aumento dos coeficientes de digestibilidade aparente para matéria seca, matéria orgânica, energia bruta e fibra bruta. Ocorreram mudanças significativas no padrão dos AGV, aumento na proporção molar de acetato, o que foi associado com uma redução na proporção molar de propionato. Quanto a produção e composição do leite, não ocorreram diferenças significativas em relação a produção absoluta. Houve aumento no teor de gordura do leite, e a adição do tamponante não

apresentou nenhum efeito sobre a proteína bruta e conteúdo mineral do leite.

HAALAND & TYRRELL (1982), utilizando-se de animais com fístula ruminal, alimentados com dietas contendo 65% de concentrado e 35% de silagem de milho e recebendo os seguintes tratamentos: sem aditivo; 2,5% de calcáreo; 2% de bicarbonato de sódio; e 1,25% de calcáreo com 1,25% de bicarbonato de sódio, concluíram que os tratamentos não afetaram o pH do fluido ruminal, a concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen, a concentração de AGV e a taxa de desaparecimento das frações sólidas e líquidas.

ROGERS & DAVIS (1982), usando dietas com 50% de concentrado e 50% de silagem de milho, estudaram os efeitos da suplementação com monensina e bicarbonato de sódio separadamente e em combinação, na produção de AGV e utilização de nutrientes por novilhos. A dieta com bicarbonato de sódio (5%) aumentou o consumo de alimento, consumo de água, pH ruminal, taxa de diluição líquida e diminuiu tanto a produção como a proporção molar do propionato no rúmen.

O aumento na taxa de diluição líquida pode potencialmente aumentar a passagem de nutrientes. Devido o sítio de digestão do alimento no trato gastrintestinal ser importante, o aumento na taxa de passagem de nutrientes de alta qualidade pode melhorar o desempenho animal. Substâncias como a celulose e a proteína de baixa qualidade são mais eficientemente utilizadas no rúmen através de processos fermentativos. Enquanto o amido e a proteína de alta qualidade podem prover mais nutrientes para o animal, se as perdas de energia e nitrogênio, associadas com a fermentação ruminal forem evitadas, e esses nutrientes sejam digeridos pelas enzimas do sistema digestivo do animal (ROGERS & DAVIS, 1982).

Com o objetivo de avaliar o efeito da adição de bicarbonato de sódio em dietas à base de feno de alfafa para vacas em início de lactação sobre a digestibilidade e

características ruminais, DePETERS et alii (1984), montaram três ensaios. No primeiro, quatro vacas da raça Jersey receberam dietas com 40% de feno de alfafa e 60% de concentrado e com os seguintes níveis de bicarbonato de sódio 0, 0,25, 0,5 e 0,75%. Os autores constataram que não houve alteração na digestão da matéria seca e da fibra, entre os diferentes níveis de bicarbonato de sódio. O segundo ensaio contou com duas vacas com fístula ruminal recebendo as mesmas dietas do primeiro ensaio, sendo medidas as mudanças nas características do fluido ruminal para 1, 2, 4 e 8 horas após o fornecimento das rações. A concentração de AGV no fluido ruminal não foi afetada através do tempo com o bicarbonato de sódio. No terceiro ensaio, foram utilizadas quatro vacas da raça Holandesa com cânula ruminal, recebendo dietas com 30% de feno de alfafa e 70% de concentrado com suplementação de 0, 0,4, 0,8 e 1,2% de bicarbonato de sódio. Os autores não encontraram diferenças entre tratamentos para o consumo total de matéria seca, produção e composição do leite. A digestibilidade aparente para todos os componentes não foi afetada pela adição de bicarbonato de sódio. Apesar de estatisticamente não significativo, ocorreu tendência de melhoria da digestibilidade de FDA, FDN e celulose no tratamento em que foi adicionado 1,2% de tamponante. Os tratamentos não afetaram a taxa de diluição líquida e o desaparecimento de matéria seca das sacolas de nylon suspensas no rúmen. Os autores concluíram que dietas à base de feno de alfafa podem conter tamponantes endógenos que anulariam os benefícios da suplementação de bicarbonato de sódio em rações com elevado nível de concentrado.

REARTE et alii (1984) realizaram um experimento com a finalidade de estudar a produção e a composição do leite de vacas em pastejo suplementadas com concentrados contendo bicarbonato de sódio (1,9%). Não foram encontradas diferenças entre os tratamentos com relação à produção de leite, ao porcentual de gordura no leite, ao porcentual de

proteína no leite, as proporções de AGV no rúmen e ao ganho de peso.

JAMES & WOHLT (1985) em trabalho com carneiros alimentados com dietas constituídas de 84% de concentrado e 16% de feno, suplementadas com 0,75% de NaHCO_3 , encontraram tendência em elevação do pH ruminal e diminuição na concentração de AGV, além de melhoria na digestibilidade da matéria seca e da fibra detergente ácida, devido à adição do tamponante. ROGERS et alii (1985) compararam a resposta produtiva, digestiva e metabólica de vacas em lactação devido a suplementação com bicarbonato de sódio (1,2%) e calcáreo (1,4%) em dietas com 60% de concentrado e 40% de silagem de milho. As digestibilidades aparente da matéria seca, proteína bruta e FDA não foram afetadas pelos tamponantes. O bicarbonato de sódio melhorou o consumo de alimento e a produção de leite quando fornecido em dietas de alta energia.

Com o objetivo de determinar os efeitos da suplementação com bicarbonato de sódio sobre a digestão de nutrientes no rúmen, taxa de passagem, e flutuações no pH ruminal medidas continuamente, KOVACIK et alii (1986), utilizaram quatro carneiros com cânula ruminal, recebendo dietas com 50% de concentrado e 50% de feno suplementadas com bicarbonato de sódio (0, 1,5, 3,0 e 4,5%). Não houve efeito dos diferentes níveis de bicarbonato no consumo da matéria seca, nas digestibilidades de matéria seca e matéria orgânica, o mesmo ocorrendo com as digestibilidades de FDN, FDA, hemicelulose e celulose. Esse fato de acordo com os autores poderia ser devido ao aumento na taxa de passagem que prejudicou a digestão da fração fibrosa no rúmen.

Utilizando-se de dietas em 50% ou 84% de silagem de sorgo mais concentrados contendo 1% de bicarbonato de sódio, fornecidas para novilhos, JACQUES et alii (1986), observaram que as dietas com 50% tiveram consumos mais elevados que aquelas com 84% de silagem. Digestibilidades da matéria seca, matéria orgânica e FDN não diferiram entre as dietas

com 50% e 84% de silagem de sorgo. A adição do bicarbonato de sódio não produziu mudanças no pH, osmolaridade, porcentagens molar dos AGV ou na taxa de diluição líquida no rúmen, provavelmente devido à inclusão de apenas 1% de tamponante.

ROBY et alii (1987) estudaram os efeitos da adição de bicarbonato de sódio em dietas de novilhas, recebendo rações com 90% de concentrado, e concluíram que o nível de 2% de bicarbonato de sódio foi capaz de neutralizar os efeitos deletérios da ração com elevada porcentagem de concentrado, como a redução no consumo de alimento, diminuição do pH do sangue, acidúria, fosfatúria e magnesiúria.

NUSSIO et alii (1990) avaliaram o uso de bicarbonato de sódio em dietas com BTPV sobre o desempenho de bovinos confinados. As dietas continham 60% de volumoso e 40% de concentrado, apresentando os níveis 0, 0,5 e 1,0% de bicarbonato de sódio na matéria seca. Para as variáveis consumo de matéria seca, ganho de peso vivo e conversão alimentar, não foram encontradas diferenças significativas.

SILVA (1990) e SILVA et alii (1991), estudaram o efeito da adição de 1% de bicarbonato de sódio em dietas à base de 60% de BTPV e 40% de concentrado. Foi observada tendência de aumento na concentração molar de acetato, e não houve efeito do tamponante sobre o pH e o nível de nitrogênio amoniacal no líquido ruminal de bovinos fistulados.

2.5. Ionóforos em dietas de ruminantes

A manipulação e modificação da fermentação ruminal, no sentido de melhorar o desempenho animal, tem sido objetivo de muitas pesquisas realizadas pelos nutricionistas de ruminantes. A melhoria da eficiência na fermentação ruminal vem a ser o aumento na produção de ácido

propiónico, diminuição na metanogênese e na rápida proteólise e deaminação das proteínas da dieta. Assim mudanças na fermentação ruminal serão capazes de elevar a eficiência produtiva de ruminantes (BERGEN & BATES, 1984). Tentativas iniciais para alcançar essa meta relacionaram-se com a manipulação da dieta, porém durante a década de setenta um grande número de compostos ativos foram descobertos e, quando adicionados ao alimento, ocorria melhoria na eficiência de produção de ruminantes em crescimento. Dentre estes compostos encontram-se os ionóforos, que foram originalmente usados como coccidiostáticos em rações de aves. Ionóforos são produzidos por linhagens de *Spieptomyces* e incluem monensina, lasalocida, salinomycin e nasarina (BERGEN & BATES, 1984). Possuem peso molecular variando de 500 a 2000, e são tóxicos a muitas bactérias, protozoários, fungos e organismos superiores, sendo por isso classificados como antibióticos (RUSSELL & STROBEL, 1989).

O mecanismo pelo qual os ionóforos agem é dependente do grau de habilidade em alterar o transporte de íons através da membrana celular (ELSASSER, 1984). Segundo a hipótese quimiostática, a energia metabólica é conservada ao nível da membrana como um gradiente eletroquímico de íons hidrogênio. Evidências experimentais tem estabelecido que tal gradiente existe em mitocôndria e bactéria e pode ser regenerado pela transferência da cadeia de transporte de elétrons ou pela extrusão de próton unida pela hidrólise da retenção de fósforo no ATP, que ocorre devido à presença de uma ATP-ase ligada a membrana (BERGEN & BATES, 1984).

As bactérias ruminais obtém sua energia a partir da fosforilação ao nível do substrato, que é independente de cadeia de transporte de elétrons para fosforilação do ATP. Também algumas bactérias principalmente as gram-negativas, possuem um processo de transporte de elétrons para fosforilação do ADP, que é chamado de fosforilação oxidativa (HINKLE & McCARTY, 1980 ; LEHNINGER, 1988). A extrusão de

prótons através das ATP-ases ligadas às membranas que produzem ATP por fosforilação ao nível do substrato, ou a extrusão de prótons através da cadeia transportadora de elétrons nas bactérias que possuem fosforilação oxidativa, cria um gradiente químico de pH (ΔpH) e um gradiente elétrico (ΔV). A soma desses dois componentes é a força próton-motiva (FPM) (BERGEN & BATES, 1984; RUSSELL, 1987; RUSSELL & STROBEL, 1989). Ambos os gradientes tanto o químico como o elétrico exercem uma força sobre os prótons tendendo a puxá-los novamente para o interior da célula. A difusão dos prótons para fora dessa força pode estar ligada a carreadores específicos presentes na membrana (BERGEN & BATES, 1984).

BERGEN & BATES (1984) consideram que a geração do gradiente de prótons pelas células se realiza por intermédio da transferência de elétrons ao longo de uma cadeia de citocromos acoplados à membrana ou extrusão de prótons associada à hidrólise de uma molécula de ATP por uma ATP-ase ligada a membrana. Em todas as células encontram-se ligadas às extremidades de sua membrana a enzima ATP-ase $F_0 F_1$. Em bactérias anaeróbicas que dependem somente da concentração de substrato para fosforilação e geração de ATP, esta enzima serve principalmente para extrusão de prótons. A porção F_1 da enzima hidrolisa ATP a ADP + P_i , enquanto a porção F_0 é considerada ser um canal através do qual prótons podem entrar na célula. A clivagem do ATP resulta na extrusão de prótons. Do mesmo modo, a associação entre a síntese de ATP e a força próton-motiva durante a fosforilação oxidativa é acompanhada de um influxo de prótons através da porção F_0 da enzima. Somente aquelas células capazes de fosforilação oxidativa são hábeis em utilizar a força próton-motiva desta maneira.

Ionóforos tem sido definidos como substâncias capazes de interagir estequiometricamente com íons metálicos, e desse modo servem como carreadores com os quais esses íons podem ser transportados através da membrana

lipídica bimolecular (BERGEN & BATES, 1984). Apresentam-se como moléculas com uma camada externa hidrofóbica e uma camada interna hidrofílica (RUSSELL & STROBEL, 1989). Essas moléculas contém átomos de oxigênio estrategicamente espaçados e, quando complexadas, estão na forma de anel, no caso da monensina e na forma de cavidade no caso da lasalocida, contendo diferentes íons ligados (ELSASSER, 1984). O transporte de íons inicia-se na interface da membrana na forma aniônica do ionóforo, combina-se com um íon metálico, resultando em um complexo cátion-ionóforo cíclico e lipossolúvel, possibilitando difundir-se através da membrana celular. Ao chegar do lado oposto da membrana, o complexo é desfeito, o cátion é liberado e o ionóforo retorna a sua forma aniônica acíclica de baixa energia (BERGEN & BATES, 1984). As reações específicas de troca, catalizadas pelos diferentes ionóforos, são dependentes de sua afinidade pelo cátion e dos gradientes iônicos relativos, entre os ambientes intra e extracelular (BERGEN & BATES, 1984 e RUSSELL, 1987).

Em geral, tanto a monensina como a lasalocida transportam metais alcalinos monovalentes, como por exemplo Na^+ e K^+ . Porém, exibem diferenças em relação a afinidade e portanto seletividade em ligar-se. A afinidade relativa para monensina é $\text{Na}^+ > \text{K}^+ > \text{Li}^+ > \text{Rb}^+ > \text{Cs}^+$ e para a lasalocida é $\text{K}^+ > \text{Rb}^+ > \text{Na}^+ > \text{Cs}^+ > \text{Li}^+$ (ELSASSER, 1984). A monensina media principalmente trocas entre Na^+ e H^+ devido a afinidade de monensina por Na^+ ser dez vezes maior que por K^+ , seu mais próximo competidor (BERGEN & BATES, 1984). A lasalocida expõe uma elevada afinidade por K^+ e uma igual afinidade tanto para Ca^{++} como para Na^+ (BERGEN & BATES, 1984).

A adição de monensina altera o gradiente de pH estabelecido entre o meio extracelular e o meio intracelular, sendo o fato causado pelo influxo de prótons (H^+) e o efluxo de sódio (Na^+), mecanismo este estabelecido por BERGEN & BATES (1984), que difere do trabalho realizado por RUSSELL (1987) com *Streptococcus bovis* em que admite-se

ocorrer efluxo de potássio (K^+), apesar da maior afinidade da monensina pelo Na^+ . O gradiente de concentração do K^+ foi 25 vezes mais elevado do que o gradiente para Na^+ . Alteração do gradiente de pH causa um decréscimo na força próton-motiva e uma redução do ATP intracelular, e o nível de energia da célula é diminuído, pois esta não consegue regenerar o ΔpH e atender suas exigências energéticas. O gasto de energia (ATP) pela célula para expelir prótons e manter o meio interno sem variação é responsável pela inibição do crescimento das bactérias. Aquelas bactérias que possuem algum transporte de elétrons ligado a extrusão de prótons e/ou síntese de ATP irão exibir elevada exigência para manutenção, porém continuarão crescendo (BERGEN & BATES, 1984). Portanto, o ionóforo promove uma desestabilização no balanço eletrolítico e uma desorganização do gradiente de íons nas células, essencial para seu metabolismo (MACHADO & MADEIRA, 1990). O princípio de funcionamento é o mesmo tanto para a lasalocida como para a monensina pois não apresentam diferenças quanto ao mecanismo de ação (RUSSELL & STROBEL, 1989).

De acordo com BERGEN & BATES (1984), as bactérias ruminais gram-positivas são as mais afetadas pelos ionóforos, devido as células dessas bactérias terem como forma de gerar a força próton-motiva e extrusão de prótons a partir da hidrólise de ATP. Em presença do ionóforo essas células morrem, pois o nível energético fica reduzido, por causa da desestruturação do seu equilíbrio eletrolítico em função do influxo constante de prótons de seu interior. Por outro lado as bactérias ruminais gram-negativas realizam o transporte de elétrons através de uma cadeia de citocromos, o que permite a geração da força próton-motiva e continuidade aos processos de transporte primário relacionados com a absorção ativa de nutrientes.

Os efeitos da monensina e lasalocida sobre a fermentação ruminal são devido a mudanças na ecologia microbial do rúmen (CHEN & WOLIN, 1979). As bactérias

gram-positivas produtoras primárias de acetato, butirato, H₂ e formato, são inibidas pelos ionóforos. As espécies gram-negativas, muitas das quais produzem succinato que é o precursor do propionato, são mais resistentes (BERGEN & BATES, 1984). Como as gram-negativas realizam fosforilação oxidativa, conseguem produzir mais ATP por mol de substrato. Este ATP extra será utilizado para corrigir as concentrações de cátions alteradas pelo ionóforo e colocando-as em superioridade energética (MACHADO, 1988). Além disso, a membrana celular das bactérias gram-negativas é composta de uma camada de peptidoglicanas que as protege contra agressores externos, como por exemplo antibióticos e corantes (MACHADO, 1988). As bactérias metanogênicas não são diretamente inibidas, mas o resultado do desvio do H₂ metabólico da produção do metano para produção de propionato por outras bactérias faz com que diminua a produção de metano (BERGEN & BATES, 1984).

Vários ionóforos tem sido fornecidos a bovinos de corte, e especialmente a eficácia desses compostos foi considerada similar. Nas dietas que contenham níveis elevados de carboidratos rapidamente fermentáveis, os ionóforos geralmente deprimem o consumo de alimento, porém o ganho de peso vivo não é diminuído e a conversão alimentar é melhorada. Quando ruminantes são alimentados com dietas contendo consideráveis quantidades de forragem, os ionóforos não reduzem o consumo, e novamente resulta em melhoria na conversão alimentar (BERGEN & BATES, 1984). Os ionóforos empregados mais correntemente em bovinos e indústrias avícolas são a monensina sódica e a lasalocida sódica (ELSASSER, 1984).

Em trabalho de revisão sobre o assunto, BERGEN & BATES (1984), consideram que a melhoria na eficiência de produção de bovinos em crescimento e acabamento devido à ação dos ionóforos está relacionada com as três maiores áreas do metabolismo animal: 1) aumento da eficiência do metabolismo energético no rúmen e/ou animal; 2) melhora do

metabolismo do nitrogênio no rúmen e/ou animal; 3) diminuição da incidência de desordens metabólicas, especialmente acidose láctica e timpanismo.

A fermentação ruminal é um processo exergônico que está direcionado para a síntese de material celular microbial. Pelo fato do oxigênio não ser disponível como acceptor de elétron, a oxidação do alimento não é completa e AGV, metano e dióxido de carbono são subprodutos formados durante o processo fermentativo. O ruminante é capaz de utilizar os AGV e as células microbiana para sua nutrição, porém o metano e o dióxido de carbono são perdidos pela eructação (RUSSELL, 1987). Dependendo da natureza da dieta e do nível de alimentação, as perdas dos ruminantes com os gases combustíveis podem ser de 3 a 12,5% da energia digestível ingerida (HUNGATE, 1966). Sendo a metanogênese um processo dispendioso, sua inibição poderá ser benéfica se outro processo, tal como digestibilidade de energia e síntese de proteína microbiana, não for inibido na mesma extensão (REID et alii, 1980).

A observação mais consistente sobre a utilização de ionóforo na alimentação é o aumento na proporção de ácido propiônico com um concomitante declínio na proporção molar de acetato e butirato nos ácidos graxos voláteis no rúmen (CHALUPA, 1980). FULLER & JOHNSON (1981) em ensaio "in vitro" com substratos constituídos de elevado nível de grão e de forragem, observaram os efeitos de suplementar os substratos com 32,5, 65 ou 130 ppm de lasalocida. Obteve-se uma diminuição de ácido butírico e aumento de ácido propiônico, sendo que a resposta no aumento do ácido propiônico cresceu progressivamente com aumento do nível de suplementação de 32,5 para 130 ppm. Não houve efeito do ionóforo sobre a produção total de AGV no substrato com nível elevado de grãos. Porém, a proporção total de AGV foi reduzida aproximadamente em 8% pela adição de lasalocida no substrato com forragem e variou com o nível da adição do ionóforo. O substrato tratado com nível intermediário de

lasalocida, 65 ppm, apresentou menor produção de AGV, do que aqueles tratados com outros níveis do ionóforo.

Trabalhos de pesquisa *in vivo* mostraram o efeito da adição de lasalocida, aumentando o propionato, causando assim diminuição na proporção acetato:propionato (GUTIERREZ *et alii*, 1982; RICKIE *et alii*, 1984; SPEARS & HARVEY, 1984; CHIRASE *et alii*, 1988; SILVA, 1990). Em contraste, a adição de lasalocida não afetou as concentrações ruminais de acetato e propionato ou a proporção acetato:propionato em novilhos alimentados com dietas de alfafa (THONNEY *et alii*, 1981).

Frequentemente a mudança na proporção molar de AGV é acompanhada por um declínio na produção de metano sem acúmulo de gás hidrogênio. Uma melhoria no desempenho do animal poderá ser esperada a partir do aumento na retenção de carbono e energia na fermentação do rúmen (CHALUPA, 1980). Este fato representa uma elevação na eficiência de utilização da energia do alimento que é fermentado e significa que o ruminante irá ter mais energia disponível para seu metabolismo, a partir do alimento consumido (RICHARDSON *et alii*, 1976; SPEARS, 1990b).

De acordo com RUSSELL & STROBEL (1989), uma considerável fração da proteína consumida pelos ruminantes é fermentada a amônia e AGV pelos microrganismos ruminais. Devido à produção ruminal de amônia frequentemente exceder a capacidade de utilização das bactérias, poderá haver acúmulo de amônia no rúmen. A amônia em excesso é absorvida através da parede do rúmen e convertida a uréia pelo fígado. Dependendo do nível, alguma uréia reciclada retorna ao rúmen, porém a maioria é perdida na urina (RUSSELL & STROBEL, 1989).

Resultados obtidos principalmente com monensina tem indicado que esse ionóforo apresenta o efeito de economizar proteína, pois com o fornecimento ocorre uma redução na produção de amônia ruminal e conseqüentemente maior escape de proteína da degradação no rúmen, tornando-a disponível

para a digestão no intestino delgado (CHALUPA, 1980; BERGEN & BATES, 1984; SCHELLING, 1984; GOODRICH et alii, 1984; RUSSELL & STROBEL, 1989). Em trabalhos com lasalocida foi verificado aumento na digestibilidade do nitrogênio da dieta, ocorrendo também melhora na utilização da proteína da dieta (PATERSON et alii, 1983; RICKE et alii, 1984).

O aumento na quantidade de proteína integral disponível para absorção no intestino delgado, e consequentemente a melhoria na qualidade dos aminoácidos aí presentes, são o resultado de uma redução na degradação ruminal de proteínas de alta qualidade. Portanto, as mudanças observadas na fração protéica a nível de rúmen podem ser responsáveis por parte do melhor desempenho de bovinos com dietas suplementadas com ionóforos (SPEARS, 1990b).

Os ionóforos possuem características ideais para prevenir a acidose láctica. Mudanças abruptas na dieta de ruminantes, como no caso de passar de uma dieta em que predomina volumoso para uma dieta rica em carboidratos ou em alguma situação que não permita a adaptação do animal à dieta com grande quantidade de carboidratos, são situações em que predispõem a ocorrência da acidose láctica. Tal condição é devido a rápida fermentação dos carboidratos resultando na produção e acúmulo de ácido láctico nas formas L(+) e L(-) no rúmen (NAGARAJA et alii, 1982). A acidose é iniciada pela proliferação de bactérias ruminais produtoras de ácido láctico que são *Streptococcus bovis* e as espécies de *Lactobacillus* (NAGARAJA et alii, 1981). *Streptococcus bovis* fermenta carboidratos a ácido láctico baixando o pH ruminal e facilitando a proliferação de *Lactobacilli*. Tanto a lasalocida como a monensina inibem não somente *Streptococcus bovis* e *Lactobacillus*, como agem também inibindo outras bactérias produtoras de ácido láctico assim como *Butyrivibrio* e *Lachospira* (DENNIS et alii, 1981). Trabalhos realizados por NAGARAJA et alii (1981) e NAGARAJA et alii (1982) indicaram que a lasalocida foi mais potente que a monensina na

inibição do crescimento de várias linhagens de *Streptococcus bovis*.

Muitos estudos tem sugerido que fatores relacionados à planta, ao animal e também aos microrganismos do rúmen, contribuem para o desenvolvimento do timpanismo. O muco ruminal contribui para o timpanismo, devido a um aumento na viscosidade do fluído ruminal. A ação anticoccidial da monensina e de outros ionóforos diminui a produção de muco pelos protozoários, eliminando o efeito depressivo do timpanismo (BERGEN & BATES, 1984).

THONNEY et alii (1981) forneceram três níveis de lasalocida (83, 175 ou 220 mg por cabeça por dia) a bovinos recebendo alfafa na forma de cubos, *ad libitum*. Os animais que receberam a dieta com 175 mg de lasalocida ganharam mais peso e foram mais eficientes. Resultados semelhantes foram encontrados por SPEARS & HARVEY (1984) e ANDERSEN & HORN (1987), que observaram o desempenho de novilhos em pastagens recebendo lasalocida. Trabalhos realizados por BUTIERREZ et alii (1982) e REFFETT-STABEL et alii (1989) estudaram o efeito da adição de lasalocida em dietas à base de silagem de sorgo e silagem de milho, respectivamente. E em ambos os casos a suplementação com lasalocida diminuiu o consumo de alimento sem alterar o ganho de peso, ocorrendo melhora na eficiência alimentar.

SPEARS (1990b) afirmou que a lasalocida apresenta as seguintes vantagens em relação a monensina: 1) é mais palatável, 2) é menos tóxica, 3) apresenta pequena ou nenhuma queda de ingestão em dietas de alta energia, 4) confere maior ganho de peso em dietas de alta energia. A TABELA 3 apresentada por SPEARS (1990b) mostra um sumário de 15 experimentos conduzidos com adição de lasalocida em dietas de alta energia. Comparando-se os resultados do controle com os do nível mais elevado de suplementação, observa-se que ocorreu aumento de 5,2% no ganho de peso, que o consumo da ração diminuiu em 2,5% e que houve aumento na eficiência alimentar da ordem de 8,1%.

TABELA 3. Efeito da lasalocida sobre o desempenho de gado confinado com dietas de alta energia.

	Lasalocida g/ton			
	0	10	20	30
Média de ganho de peso/dia(kg)	1,21	1,22	1,25	1,28
Média de consumo/ração/dia(kg)	10,11	9,95	9,88	9,89
Ração/ganho	8,62	8,23	8,20	7,92

FONTE: SPEARS (1990b).

Se os produtos finais da fermentação sofrem alterações devido à adição de lasalocida na dieta, pode-se esperar que haja modificação nos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes. Em estudos com monensina, GOODRICH et alii (1984), registraram digestibilidades aparente da matéria seca de rações de bovinos e carneiros, 71,6 e 72,8%, respectivamente. Os autores citaram que a digestibilidade aparente da proteína foi melhorada em 6,5% (58,6 para 62,4%) em seis estudos, devido à alimentação com monensina.

Alguns trabalhos com a adição de lasalocida em dietas de ruminantes apresentaram resultados mostrando pequena ou nenhuma influência desse ionóforo sobre a digestão de alguns nutrientes da dieta. BERGER et alii (1981), observaram que a inclusão de 100 mg por dia de lasalocida, em dietas de novilhos em fase de acabamento, não alterou a digestibilidade da matéria seca. PATERSON et alii (1983), compararam a inclusão de lasalocida em dietas com duas fontes de proteína, com alta ou baixa degradação no rúmen, e também avaliaram as digestibilidades de matéria seca, fibra detergente neutro e da proteína. Não encontraram interações entre a fonte da proteína e a adição de lasalocida. Porém, ocorreu aumento da digestibilidade da proteína nos tratamentos em que se usou lasalocida, e tanto

a digestibilidade da matéria seca como a digestibilidade de FDN não foram afetadas pelo ionóforo.

RICKE et alii (1984) compararam o efeito da monénsina e da lasalocida em dietas à base de alfafa, sobre a digestibilidade em carneiros. Os ionóforos foram adicionados no alimento na dose de 33 mg/kg de matéria seca. Os autores observaram que os coeficientes de digestibilidade para matéria seca, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido e hemicelulose não foram influenciados pelos ionóforos. FUNK et alii (1986) observaram, em experimento de digestibilidade com carneiros, que a lasalocida elevou a digestibilidade da matéria seca, mas não afetou as digestibilidades da proteína e da FDN.

ANDERSEN & HORN (1987) não obtiveram resposta em relação à adição de lasalocida sobre a digestibilidade da matéria orgânica e matéria seca de novilhos em pastejo. Resultado semelhante foi encontrado por JACQUES et alii (1987) que trabalharam com bovinos de corte em pastejo, e observaram que a adição de lasalocida não afetou a digestibilidade da matéria orgânica. DELFINO et alii (1988) constataram que a lasalocida teve um leve efeito positivo sobre as digestibilidades da matéria seca, da energia e da proteína, porém não significativo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Animais e instalações

O trabalho foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, no período de dezembro de 1989 a junho de 1990. Para se determinar a digestibilidade aparente dos princípios nutritivos, as dietas foram ministradas a carneiros castrados, mestiços, com idade em torno de 18 meses. Os animais foram tosquiados e receberam vermífugo no início do experimento, e ficaram alojados em gaiolas de metabolismo.

3.2. Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos consistiram de presença ou ausência dos aditivos (bicarbonato de sódio e lasalocida) e do bagaço *in natura* (BIN), como apresentado a seguir.

Tratamento A- Bagaço tratado a pressão de vapor (BTPV) + bagaço *in natura* (BIN) + concentrado.

Tratamento B- BTPV + BIN + concentrado + bicarbonato de sódio.

Tratamento C- BTPV + BIN + concentrado + lasalocida.

Tratamento D- BTPV + BIN + concentrado + lasalocida + bicarbonato de sódio.

Tratamento E- BTPV + concentrado + lasalocida + bicarbonato de sódio.

O delineamento experimental adotado foi o de Quadrado Latino 5x5 como demonstrado na TABELA 4.

TABELA 4. Distribuição dos tratamentos e delineamento experimental utilizado.

		PERÍODOS				
A		I	II	III	IV	V
N	1	A*	B	C	D	E
I	2	B	C	D	E	A
M	3	C	D	E	A	B
A	4	D	E	A	B	C
I	5	E	A	B	C	D
S						

*Tratamentos.

As dietas foram formuladas para serem isoprotéicas (11% PB) e isoenergéticas (57% NDT). O nível de lasalocida sódica foi de 22 mg/kg e o de bicarbonato de sódio de 1%. A composição das dietas experimentais utilizadas encontra-se na TABELA 4. A mineralização foi via concentrado, de acordo com as recomendações do N.R.C. (1985).

As dietas tiveram como base o bagaço de cana tratado a uma pressão de 17 kgf/cm² durante 5 minutos (BURGI, 1985). Tanto o bagaço *in natura* como o bagaço de cana tratado sob pressão de vapor foram armazenados em pilhas compactadas e cobertas por lona plástica.

Os alimentos concentrados e os aditivos foram misturados previamente em misturador vertical e amostrados. Quando do fornecimento da alimentação eram pesadas as quantidades de volumoso (60% base seca) e de mistura de concentrados (40% base seca) sendo posteriormente combinadas para obtenção da ração completa.

O fornecimento das rações era realizado uma vez ao dia, pela manhã (7:30 hs). A quantidade fornecida para cada animal era calculada em função da estimativa de consumo dos dias anteriores, de forma a proporcionar uma sobra diária de 10 a 15%.

TABELA 5. Composição das dietas experimentais.

ALIMENTO	TRATAMENTOS				
	A	B	C	D	E
BIN (%)	5,00	5,00	5,00	5,00	-
BTPV (%)	55,00	55,00	55,00	55,00	60,00
Milho grão moído (%)	23,67	22,76	23,65	22,74	22,74
Farelo Algodão 40 (%)	12,09	12,00	12,09	12,00	12,00
Uréia (%)	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Calcáreo Calcítico (%)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Cloreto de Potássio (%)	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
Suplemento Mineral** (%)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Bicarbonato de Sódio (%)	-	1,00	-	1,00	1,00
Taurotec* (ppm)	-	-	148	148	148

* Produto comercial da Roche do Brasil que possui 15% de lasalocida sodica.

** Supelmento Mineral: 47,659% de Cloreto de sodio; 20,080% de carbonato de calcio; 16,936% de Fosfato bicalcico; 11,850% de enxofre elementar; 3,182% de Oxido de Magnésio; 0,175% de Sulfato de Cobre; 0,072% de Sulfato de Zinco; 0,009% de Molibdato de Amonio; 0,007% de Iodato de Potassio; 0,005% de Sulfato de Cobalto; 0,003% de Senilo de Sodio e 0,022% de Vitamina A..

3.3. Período experimental

Os animais passaram por um período pré-experimental de 17 dias, suficiente para a adaptação às dietas e ao ambiente. O período experimental teve duração de 140 dias, dividido em 5 sub-períodos, de 28 dias cada, dos quais 21 dias de adaptação e 7 dias de coleta de amostras da ração fornecida e de fezes. Após cada período de coleta, os animais eram submetidos ao rodízio nos tratamentos, conforme estabelecido pelo delineamento utilizado.

3.4. Período de coleta

Os sete últimos dias de cada sub-período corresponderam ao período de coleta de fezes e amostra de ração. Aos animais foram atreladas sacolas de lona especiais para coleta de fezes, revestidas com plástico. Os carneiros receberam a ração correspondente a 90% de seu consumo voluntário, calculado a partir do consumo nos três últimos dias que antecederam o período de coleta. As amostras de fezes coletadas corresponderam a 10% do peso total e foram acondicionadas em congelador (-10°C). As amostragens das rações eram realizadas no momento do fornecimento. A coleta de fezes ocorria à partir das 7:30 hs e às 18:00 hs. A adoção de dois horários para o recolhimento das fezes foi para impedir uma sobrecarga nas sacolas, o que poderia causar desconforto aos animais.

Após o término do experimento as amostras foram descongeladas para o preparo de amostras compostas.

3.5. Análises laboratoriais

As determinações de matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), proteína bruta (PB), extrativo não nitrogenado (ENN) e cinzas (CZ) foram realizadas nas amostras de alimento e de fezes, de acordo com os métodos descritos pela A.O.A.C. (1965).

As análises de fibra detergente ácido (FDA) e fibra detergente neutro (FDN) foram realizadas pelos métodos de GOERING & VAN SOEST (1970).

As determinações de energia bruta foram realizadas em bomba calorimétrica no Laboratório de Ciências Animais do CENA (Centro de Energia Nuclear na Agricultura), Piracicaba.

3.6. Análises estatísticas

As análises dos resultados foi realizada pelo procedimento GLM de análise de variância do SAS (1988).

A comparação entre médias para todas as variáveis foi feita através do teste de TUKEY ao nível de 5% de probabilidade.

O esquema geral de análise de variância utilizado foi o seguinte:

CAUSA DA VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE
Período	4
Tratamento	4
Animal	4
Resíduo	12
Total	24

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Composição média das dietas utilizadas

A composição químico-bromatológica estimada das dietas experimentais encontra-se na TABELA 6.

TABELA 6. Composição químico-bromatológica das dietas experimentais (%MS).

TRATAMENTO	MS	PB	FDA	NDT*
A	60,76	12,05	42,60	59,11
B	59,20	11,42	43,05	58,09
C	58,66	11,60	42,11	58,37
D	62,77	12,24	42,26	58,34
E	61,29	12,24	43,60	58,86
MÉDIA	60,53	11,91	42,72	58,55
DESVIO-PADRÃO	1,48	0,34	0,54	0,37
CV (%)	2,44	2,85	1,26	0,63

*Estimado segundo a equação de regressão de KEARL compilada por BOIN (1988).

Os resultados obtidos a partir das análises bromatológicas dos alimentos utilizados no experimento

mostraram que as dietas apresentaram composições semelhantes. Portanto, encontravam-se dentro dos níveis propostos de proteína bruta e nutrientes digestíveis totais, estipulados para o trabalho experimental.

4.2. Consumo de matéria seca

Os dados da TABELA 7 são referentes ao consumo de matéria seca, estimado a partir do consumo dos três dias que antecederam cada período de coleta. O cálculo foi realizado em função do peso metabólico, $(g/kg PV^{0,75})$, (MAYNARD et alii, 1979). Através da análise estatística realizada para avaliar o efeito dos tratamentos sobre o consumo de matéria seca (TABELA 6), pode-se notar que não houve diferenças significativas entre os diferentes tratamentos ($P > 0,05$). O tratamento C, em que a lasalocida está presente como único aditivo, não apresentou valores de consumo de matéria seca inferiores aos demais tratamentos, o que não concorda com trabalhos onde esse ionóforo reduziu o consumo de matéria seca (GUTIERREZ et alii, 1982; REFFETT-STABEL et alii, 1989; SPEARS, 1990b; SANTOS, 1991). Entretanto, pode-se considerar que o efeito da redução de consumo seja característica de dietas que contenham elevadas quantidades de concentrado, e que, nas dietas com maior proporção de forragem o efeito não aparece (BERGEN & BATES, 1984). No presente estudo as dietas continham somente 40% de concentrado na base de matéria seca. Deve-se também considerar que o efeito depressivo da lasalocida sobre o consumo de matéria seca é mais significativo no início do fornecimento, e que após a adaptação há tendência de desaparecimento desse efeito (SCHELLING, 1984). SANTOS (1991) verificou, com bovinos recebendo dietas a base de BTPV com 40% de concentrado, efeitos depressivos de lasalocida sobre o consumo de matéria

TABELA 7. Análise de variância e valores médios obtidos para o consumo de matéria seca (g/kg PV^{0,75}).

ANÁLISE DE VARIANCIA					
CAUSA DA VARIACÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F	Pr>F
PERÍODO	4	92,612	23,153	0,24	0,9132
TRATAMENTO	4	98,312	24,578	0,25	0,9044
ANIMAL	4	1239,938	309,984	3,15	0,0550
RESÍDUO	12	1181,944	98,495	-	-
TOTAL	24	2612,806		CV = 12,89	
VALORES OBTIDOS					
TRATAMENTO	g/kg PV ^{0,75}		DESVIO-PADRÃO		
A	76,852		16,167		
B	79,038		10,258		
C	74,684		8,697		
D	79,486		12,139		
E	75,014		6,249		

seca, somente nos primeiros períodos experimentais, mas não no final do ensaio. Deve-se mencionar que no presente trabalho a medida de consumo ocorreu após um período de adaptação de 17 dias e que esse fato poderia ter sido responsável pelos efeitos observados. Trabalhando com vacas em delineamento de quadrado latino, com períodos longos de adaptação, SILVA (1990) também não observou efeito depressivo da lasalocida sobre o consumo.

A adição de bicarbonato de sódio à dieta à base de BTPV (tratamento B) também não afetou o consumo de matéria seca. Era de se esperar um efeito significativo de aumento em função da melhoria nas condições do ambiente ruminal, principalmente pH, favorecendo a degradação da fração fibrosa (LANNA & BOIN, 1988). Aumentos de consumo pela adição de bicarbonato de sódio tem sido relatados na literatura (ERDMAN *et alii*, 1980; WHEELER *et alii*, 1981; ROGERS & DAVIS, 1982; JAMES & WOHLT, 1985). Entretanto, em alguns trabalhos não foram observaram efeito significativo da ação do tamponante sobre o consumo (DePETERS *et alii*, 1984; NUSSIO *et alii*, 1990; SILVA, 1990). Além desses aspectos alguns autores relataram que o efeito benéfico do bicarbonato em rações a base de BTPV ocorreu no início do experimento (LANNA & BOIN, 1988; SANTOS, 1991), sendo o efeito também observado com outras dietas (WHEELER, 1980). Novamente deve-se ressaltar que, no esquema experimental estabelecido no presente trabalho, o período de adaptação foi longo.

Na análise do efeito da adição de bicarbonato sobre o consumo de matéria seca, deve-se também considerar o fato de que SANTOS (1991) havia sugerido que a ausência de efeito positivo do bicarbonato sobre o consumo de matéria seca de dietas à base de BTPV poderia ser consequência da presença de calcáreo calcítico na dieta já que trabalhos experimentais (WHEELER *et alii*, 1981) mostraram que calcáreo calcítico de alta reatividade pode agir como agente tamponante a nível de rúmen. No presente estudo e em outros (NUSSIO *et alii*, 1990; SILVA, 1990; SANTOS, 1991) onde o calcáreo calcítico entrou como fonte de cálcio, o bicarbonato adicionado não afetou o consumo de matéria seca de dietas a base de BTPV.

A ausência de BIN (tratamento E) não interferiu no consumo de matéria seca, e resultados semelhante foi encontrado por SILVA (1990), quando o BIN foi retirado da dieta. Seria esperado que a retirada da fonte de fibra íntegra da dieta causasse uma redução na ruminação e consequentemente no consumo, fato este que não ocorreu.

Segundo o NRC (1985), ovinos com peso entre 30 e 40 kg, pesos semelhantes aos dos animais utilizados neste estudo, ganhando entre 180 a 220 g/dia, deveriam consumir entre 3,5 a 4,0 % do peso vivo por dia em matéria seca. No presente trabalho, verificou-se que o nível de consumo apresentou-se na faixa entre 2,82 a 4,08% do peso vivo, com média de 3,2%. O nível inferior de consumo obtido neste experimento em relação ao estipulado pelo NRC (1985) pode estar relacionado com a origem dos animais utilizados, os quais eram ovinos mestiços, enquanto que as normas de alimentação de ovinos preconizadas pelo NRC (1985) foram estipuladas para ovinos de raças especializadas, as quais apresentam aptidão para altos ganhos de peso. Vale ressaltar que em relação a trabalhos que utilizaram de BTPV em dietas de bovinos confinados (BURGI, 1985; LIMA & ZANETTI, 1989; NUSSIO et alii, 1990) observaram-se níveis elevados de consumo, e esse aumento pode ser devido a alta taxa de passagem ruminal observada em dietas à base de BTPV (CASTRO, 1989). Outros fatores importantes, a se considerar como tendo influenciado sobre o baixo nível de consumo observado, seria característica de seletividade alimentar apresentada pelos ovinos (VAN SOEST, 1983) e também um possível efeito de estresse causado pelo confinamento desses animais nas gaiolas de metabolismo (SCHNEIDER & FLATT, 1975), interferindo negativamente no consumo de matéria seca.

4.3. Digestibilidade aparente da matéria seca e quantidades de matéria seca digerida

Os coeficientes médios de digestibilidade aparente obtidos para a matéria seca e as quantidades da matéria seca digerida nos diferentes tratamentos encontram-se nas TABELAS 8 e 9, respectivamente, como também estão presentes as análises de variância. Pode-se verificar que não ocorreram diferenças estatísticas ($P > 0,05$) entre as dietas experimentais.

No tratamento B (TABELAS 8 e 9) em que se estudou o efeito da adição do bicarbonato de sódio não foi encontrado efeito desse tamponante sobre os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca como também na quantidade de matéria seca digerida da dieta. Esses resultados concordam com trabalhos de outros autores que testaram a adição de bicarbonato de sódio, principalmente em dietas com elevado porcentual de concentrado (ERDMAN et alii, 1982b; ROGERS et alii, 1985; KOVACIK et alii, 1986; JACQUES et alii, 1986).

Os resultados observados na TABELA 8, em relação ao tratamento C, que se refere à adição de lasalocida, concordam com outros trabalhos encontrados na literatura onde esse ionóforo não causou mudança significativa em dietas onde avaliou-se a digestibilidade aparente da matéria seca (RICKE et alii, 1984; DELFINO et alii, 1988). A presença de lasalocida na dieta também não promoveu efeito sobre a quantidade de matéria seca digerida como pode ser visto na TABELA 9.

Quanto ao tratamento D, onde foram testados os dois aditivos em conjunto, e ao tratamento E referente à exclusão do BIN como fonte de fibra íntegra, não ocorreram mudanças significativas causadas pelos aditivos ou pela presença ou ausência do BIN. Era esperado que o fornecimento

TABELA 8. Análise de variância e valores médios obtidos para os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS), em porcentagem.

ANÁLISE DE VARIANCIA					
CAUSA DA VARIACÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F	Pr>F
PERÍODO	4	122,678	30,669	2,43	0,1050
TRATAMENTO	4	85,349	21,337	1,69	0,2167
ANIMAL	4	78,564	19,641	1,56	0,2487
RESÍDUO	12	151,547	12,629	-	-
TOTAL	24	438,138		CV = 6,58	
VALORES OBTIDOS					
TRATAMENTO	CDAMS (%)		DESVIO-PADRÃO		
A	53,14		2,48		
B	51,83		5,32		
C	52,80		3,92		
D	56,88		5,55		
E	55,36		2,77		

do tamponante juntamente com o ionóforo pudesse causar um efeito positivo no sentido de elevar a digestibilidade da matéria seca e a quantidade de matéria seca digerida, devido a uma provável melhoria no ambiente ruminal, através da elevação do pH, tornando o rúmen um meio propício para o desenvolvimento das bactérias celulolíticas. Ocorreria assim, um melhor aproveitamento da fibra representada pelo

TABELA 9. Análise de variância e valores médios obtidos para a matéria seca digerida (MSD), em gramas.

ANÁLISE DE VARIANCIA					
CAUSA DA VARIACÃO	GL	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F	Pr>F
PERÍODO	4	2624686,215	656171,554	1,84	0,1862
TRATAMENTO	4	1610802,384	402700,596	1,13	0,3886
ANIMAL	4	3255499,677	813874,919	2,28	0,1207
RESÍDUO	12	4281637,524	356803,127	-	-
TOTAL	24	11772625,800		CV = 17,40	

VALORES OBTIDOS		
TRATAMENTO	MSD (g)	DESVIO-PADRÃO
A	3419,52	852,01
B	3226,08	461,66
C	3121,06	412,45
D	3841,45	649,48
E	3555,59	1004,73

BTPV em 55% da matéria seca no tratamento D e 60% da matéria seca no tratamento E e, conseqüentemente, poderia ocorrer a elevação no consumo de matéria seca, na digestibilidade da matéria seca e na quantidade de matéria seca digerida (STAPLES & LOUGH, 1989). No presente trabalho não houve o efeito associativo entre o tamponante e o ionóforo, e não foi detectado o efeito potencializador do bicarbonato de sódio sobre a lasalocida sódica, como relatado por SILVA

(1990) e SANTOS (1991) em trabalhos com bovinos recebendo dietas à base de BTPV.

4.4 Digestibilidade aparente da proteína bruta

Na análise da variância apresentada na TABELA 10, observa-se que não houve efeito significativo dos tratamentos sobre os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta ($P > 0,05$) das dietas experimentais.

Nota-se que no tratamento B, em que estava presente o bicarbonato de sódio como único aditivo, o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta da dieta não foi afetado por esse tamponante. Resultado semelhante foi encontrado por outros autores (ROGERS et alii, 1985), onde o bicarbonato adicionado a dieta não demonstrou efeito significativo sobre a digestibilidade da proteína bruta.

A lasalocida sódica fornecida na dieta do tratamento C não afetou significativamente o coeficiente de digestibilidade da proteína bruta, o que concorda com os resultados obtidos por FUNK et alii (1986), em que a presença da lasalocida não afetou a digestibilidade do nitrogênio da dieta. Em estudo realizado por DELFIND et alii (1988), foi encontrado efeito positivo, porém não significativo sobre a digestibilidade da proteína quando adicionou-se lasalocida na dieta. Por outro lado, na literatura são encontrados trabalhos que utilizaram lasalocida na dieta, e o aditivo possibilitou aumento na digestibilidade do nitrogênio e, conseqüentemente, ocorreu uma melhoria na utilização da proteína (PATERSON et alii, 1983; RICKE et alii, 1984). Outros autores concluíram que a

TABELA 10. Análise de variância e valores médios obtidos dos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDAPB), em porcentagem.

ANÁLISE DE VARIANCIA					
CAUSA DA VARIACÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F	Pr>F
PERÍODO	4	49,913	12,478	0,46	0,7614
TRATAMENTO	4	276,099	69,025	2,56	0,0925
ANIMAL	4	51,965	12,991	0,48	0,7484
RESÍDUO	12	323,043	26,920	-	-
TOTAL	24	701,020		CV = 8,60	
VALORES OBTIDOS					
TRATAMENTO	CDAPB (%)		DESVIO-PADRÃO		
A	58,22		1,89		
B	55,88		2,77		
C	59,33		7,50		
D	64,79		5,26		
E	63,51		3,32		

melhoria da utilização da proteína em dietas contendo o ionóforo foi devido a uma maior passagem de proteína para o intestino delgado, onde é digerida e absorvida. A maior passagem de proteína para o intestino delgado poderia ser causada pela diminuição na proteólise e pela deaminação de proteína no rúmen (CHALUPA, 1980; BERGEN & BATES, 1984; GOODRICH *et alii*, 1984; SCHELLING, 1984; RUSSELL & STROBEL,

1989; SPEARS, 1990b).

Quanto aos valores encontrados para a digestibilidade da proteína bruta nas dietas estudadas, segundo dados apresentados por MORRISON (1966) em média forragens de boa qualidade podem apresentar coeficientes de digestibilidade da proteína bruta variando de 50% a 70%, enquanto que alimentos concentrados em média podem apresentar a digestibilidade da proteína variando de 65% a 80%. Comparando-se os valores dos coeficientes de digestibilidade da proteína bruta apresentados por MORRISON (1966) com os valores médios apresentados na TABELA 9, pode-se notar que a média dos valores dessa tabela (60,35%) está dentro da faixa dos valores de digestibilidade da proteína para forragens de boa qualidade. Porém, deve-se considerar que os valores de digestibilidade da proteína bruta apresentados tanto para forragem de boa qualidade quanto para o concentrado, não são dados representativos para o presente trabalho, pois neste utilizaram-se rações completas. Ao se avaliar rações completas deve-se levar em consideração que há efeito associativo entre o volumoso e o concentrado que compõe a ração, alterando os valores de digestibilidade (SCHNEIDER & FLATT, 1975).

Em estudo avaliando a digestibilidade de dietas contendo 90% de BTPV na matéria seca, CONCEIÇÃO et alii (1986) encontraram o valor do coeficiente de digestibilidade para proteína bruta de 45,50%, nas dietas em que o BTPV utilizado permaneceu armazenado em silo. Em contraste, a média dos coeficientes de digestibilidade da proteína bruta no presente estudo foi de 60,35%. Essa diferença (14,85%) entre os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta observados deve-se provavelmente à presença de 40% de concentrado nas dietas estudadas no presente trabalho.

4.5. Digestibilidade aparente da fração fibrosa

No presente trabalho foram estimadas as digestibilidades aparentes da fibra bruta (FB), fibra detergente neutro (FDN) e fibra detergente ácido (FDA), para o estudo da digestibilidade da fração fibrosa das dietas. Através das análises de variância realizadas para os coeficientes de digestibilidade desses 3 parâmetros, não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos ($P > 0,05$), bem como não ocorreu o efeito dos aditivos testados sobre esses parâmetros. As TABELAS 11, 12 e 13 apresentam as análises de variância para os coeficientes de digestibilidade aparente da FB, FDA e FDN, respectivamente.

Observando-se o tratamento B, nota-se que este não apresentou os resultados esperados de melhora dos coeficientes de digestibilidade da fração fibrosa, como consequência da presença de bicarbonato na dieta. RUSSELL & STROBEL (1989) afirmaram que, devido a uma melhoria do pH ruminal pela adição de tamponante, poderia haver favorecimento do desenvolvimento e ação das bactérias celulolíticas e assim seria de se esperar uma elevação na digestibilidade da fração fibrosa. As respostas à adição de bicarbonato de sódio, encontradas na literatura, apresentam resultados variáveis em relação à digestibilidade dos diferentes componentes da fração fibrosa. A adição de bicarbonato na dieta não afetou a digestibilidade de FDA em trabalhos realizados por ROGERS et alii (1985) e KOVACIK et alii (1986). No experimento realizado por DePETERS et alii (1984), a adição de bicarbonato a dieta fez com que houvesse tendência em melhorar a digestibilidade de FDA. Em outros experimentos, ERDMAN et alii (1982b) e JAMES & WOHLT (1985) encontraram aumento no coeficiente de digestibilidade de FDA quando houve suplementação da dieta com bicarbonato. Quanto

TABELA 11. Análise de variância e valores médios obtidos para os coeficientes de digestibilidade aparente da fibra bruta (CDAFB), em porcentagem.

ANÁLISE DE VARIANCIA					
CAUSA DA VARIACÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F	Pr>F
PERÍODO	4	531,174	132,928	3,71	0,0345
TRATAMENTO	4	168,298	42,074	1,17	0,3705
ANIMAL	4	329,979	72,495	2,30	0,1183
RESÍDUO	12	430,047	35,837	-	-
TOTAL	24	1459,498			CV = 11,85
VALORES OBTIDOS					
TRATAMENTO		CDAFB (%)		DESVIO-PADRÃO	
A		47,24		5,29	
B		48,82		8,93	
C		51,30		8,31	
D		54,92		9,41	
E		50,20		7,57	

à digestibilidade da fibra bruta, a adição de bicarbonato na dieta não afetou esse parâmetro no experimento realizado por DePETERS et alii (1984).

Resultados semelhantes ao encontrado no presente trabalho, em relação à ausência do efeito do bicarbonato de sódio sobre a digestibilidade de FDN, também foram registradas por outros autores que estudaram esse tamponante

TABELA 12. Análise de variância e valores médios obtidos para os coeficientes de digestibilidade aparente da fibra detergente ácido (CDAFDA), em porcentagem.

ANÁLISE DE VARIANCIA					
CAUSA DA VARIACÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F	Pr>F
PERÍODO	4	534,978	133,745	8,02	0,0022
TRATAMENTO	4	107,271	26,818	1,61	0,2354
ANIMAL	4	170,344	42,586	2,55	0,0933
RESÍDUO	12	200,034	16,669	-	-
TOTAL	24	1012,627		CV = 9,89	
VALORES OBTIDOS					
TRATAMENTO	CDAFDA (%)			DESVIO-PADRÃO	
A	39,92			3,36	
B	39,44			8,91	
C	39,44			8,33	
D	44,35			5,59	
E	43,14			5,90	

(JACQUES *et alii*, 1986; KOVACIK *et alii*, 1986). Segundo KOVACIK *et alii* (1986), que conduziram um trabalho em que as dietas apresentaram 50% de volumoso, e foram suplementadas com bicarbonato, a ausência de efeito da adição desse tamponante sobre a digestibilidade da fração fibrosa seria devido a um aumento na taxa de passagem ruminal,

TABELA 13. Análise de variância e valores médios obtidos para os coeficientes de digestibilidade aparente da fibra detergente neutro (CDAFDN), em porcentagem.

ANÁLISE DE VARIANCIA					
CAUSA DA VARIACÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F	Pr>F
PERÍODO	4	249,580	62,395	2,43	0,1043
TRATAMENTO	4	116,192	29,048	1,13	0,3866
ANIMAL	4	271,609	67,902	2,65	0,0855
RESÍDUO	12	307,508		-	-
TOTAL	24	944,889		CV = 9,84	
VALORES OBTIDOS					
TRATAMENTO	CDAFDN (%)		DESVIO-PADRÃO		
A	50,61		4,35		
B	47,99		8,92		
C	51,23		5,54		
D	54,29		7,97		
E	53,02		3,78		

prejudicando assim a digestão da fibra.

Resultados semelhantes aos encontrados para o tratamento C, em que a dieta continha a lasálocida, e não foi observado efeito significativo desse ionóforo sobre a digestibilidade da fração fibrosa, também aparece na literatura. PATERSON *et alii* (1983) e FUNK *et alii* (1986)

não encontraram efeito da adição da lasalocida sobre a digestibilidade da FDN da dieta, enquanto RICKE et alii (1984), não detectaram influência significativa da lasalocida presente na dieta sobre os coeficientes de digestibilidade da FDN e FDA.

Segundo CASTRO (1989), as dietas à base de BTPV são responsáveis por manter o pH ruminal em torno de 6,0, em níveis desfavoráveis e abaixo dos recomendados para a atividade das bactérias celulolíticas. Assim, era esperado que nos tratamentos D e E, onde estavam presentes o bicarbonato de sódio e a lasalocida sódica, a ação do tamponante pudesse promover a manutenção do pH acima de 6,0, permitindo o crescimento de bactérias celulolíticas pouco sensíveis a lasalocida, principalmente *Bacteroides succinogenes* e *Bacteroides rumenicola* (CHEN & WOLIN, 1979). E como consequência poderia ocorrer uma elevação na digestibilidade da fração fibrosa. Vale ressaltar que a retirada do BIN do tratamento E não influenciou sobre os coeficientes de digestibilidade da fração fibrosa. Assim, pode-se supor que seja desnecessária a sua inclusão em dietas à base de BTPV, pois também não foram detectados distúrbios nos animais que receberam a dieta sem BIN como fonte de fibra íntegra. Os resultados são semelhantes aos encontrados por SILVA (1990) e SANTOS (1991), que trabalharam com bovinos recebendo dietas semelhantes às utilizadas no presente estudo.

À partir de dados de digestibilidade da fibra bruta compilados por MORRISON (1966), deduziu-se que em média forragens de boa qualidade apresentaram coeficientes de digestibilidade da fibra bruta variando de 50% a 65%. Comparando-se esses valores com a média dos valores dos coeficientes de digestibilidade da fibra bruta (50,50%) apresentados na TABELA 11, observa-se que a média encontrada está dentro da faixa de variação da digestibilidade da fibra

bruta de forragem de boa qualidade (MORRISON, 1966). Porém, vale ressaltar que as avaliações das digestibilidades realizadas no presente estudo foram feitas utilizando-se rações completas, constituídas por 60% de volumoso e 40% de concentrado. E por isso, os dados de digestibilidade de fibra bruta de forragens de boa qualidade não são representativos quando comparados com os valores encontrados para digestibilidade de fibra bruta das rações completas, devido ao efeito associativo existente quando o volumoso e o concentrado são fornecidos em conjunto (SCHNEIDER & FLATT, 1975).

CONCEIÇÃO et alii (1986) estudaram a digestibilidade de dietas à base de BTPV, onde esse volumoso participou em 90% da matéria seca, os coeficientes de digestibilidade encontrados para fibra bruta, FDA e FDN foram 61,4%, 43,1% e 49,0%, respectivamente, utilizando-se de BTPV que foi armazenado por 8 meses em silo. Em relação aos valores médios de digestibilidade encontrados no presente trabalho, os quais foram 50,50%, 41,26% e 53,43% para fibra bruta, FDA e FDN, respectivamente, nota-se que esses valores são inferiores àqueles encontrados por CONCEIÇÃO et alii (1986), com excessão da FDN mostrando assim que houve baixa digestibilidade da fração fibrosa nas dietas avaliadas neste estudo, que possuíam 40% de concentrado.

4.6. Digestibilidade aparente da energia bruta e quantidades de energia digerida

As TABELAS 14 e 15 apresentam as análises de variância dos coeficientes de digestibilidade da energia bruta e das quantidades da energia digerida das dietas

experimentais. Pode-se notar que em ambas as análises não foram detectados efeitos significativos ($P > 0,05$).

TABELA 14. Análise de variância e valores médios obtidos para os coeficientes de digestibilidade aparente da energia bruta (CDAEB), em porcentagem.

ANÁLISE DE VARIANCIA					
CAUSA DA VARIACÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F	Pr>F
PERÍODO	4	133,333	34,583	2,16	0,1351
TRATAMENTO	4	92,706	23,176	1,45	0,2774
ANIMAL	4	99,622	24,906	1,56	0,2479
RESÍDUO	12	191,776	15,981	-	-
TOTAL	24	517,437			CV = 8,49
VALORES OBTIDOS					
TRATAMENTO		CDAEB (%)			DESVIO-PADRÃO
A		46,70			3,16
B		44,63			5,49
C		45,58			4,37
D		49,92			6,10
E		48,63			3,47

Poucos são os trabalhos encontrados na literatura referentes a digestibilidade da energia em dietas com adição de bicarbonato de sódio. No presente estudo, o tratamento B em que o bicarbonato de sódio foi adicionado na base de 1%

TABELA 15. Análise de variância e valores médios obtidos para as quantidades de energia digerida (ED), em calorias por grama.

ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
CAUSA DA VARIAÇÃO	GL	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F	Pr>F
PERÍODO	4	2809118208	702279552	1,68	0,2182
TRATAMENTO	4	1861959676	465489919	1,12	0,3941
ANIMAL	4	3332556308	833139077	2,00	0,1592
RESÍDUO	12	5008569160	417380763	-	-
TOTAL	24	13012203352		CV = 19,02	

VALORES OBTIDOS		
TRATAMENTO	ED (cal/g)	DESVIO-PADRÃO
A	108252,80	26276,16
B	99140,16	14359,54
C	97104,66	13425,62
D	120691,22	23671,58
E	111960,01	33916,61

da matéria seca, não revelou efeito desse tamponante sobre o coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta como também sobre a quantidade da energia digerida. Em estudo com cabras, HADJIPANAYOTOU (1982) observou aumento do coeficiente de digestibilidade de energia bruta das dietas em que o bicarbonato de sódio fazia parte, e essas eram constituídas de 85% de concentrado.

A adição de lasalocida sódica, no tratamento C, também não afetou significativamente nem o coeficiente de digestibilidade aparente de energia bruta nem a quantidade de energia digerida da dieta. Segundo SPEARS (1970a), a resposta ao fornecimento de dietas com ionóforo, em relação a energia digerida, tem sido muito variável, e nem a monensina ou a lasalocida afetaram os valores de energia digerida em ovinos. DELFINO et alii (1988) trabalharam com bovinos confinados recebendo rações com lasalocida e também não verificaram efeito do ionóforo sobre a energia digerida da dieta.

Em experimento utilizando dietas semelhantes as do presente trabalho, SILVA (1970) estudou os parâmetros ruminais de vacas fistuladas, e verificou que nas dietas em que houve a adição conjunta de lasalocida e bicarbonato de sódio ocorreu um efeito significativo de redução na produção de gases (metano e dióxido de carbono) e também na proporção molar de ácido propiônico que foi elevada significativamente. Os resultados indicaram uma redução na perda de energia através de gases, principalmente pela eructação, o que poderia resultar em um aumento na eficiência fermentativa do rúmen. Assim sendo, o efeito dos aditivos foi o de melhorar a eficiência fermentativa do rúmen, não afetando os coeficientes de digestibilidade da energia e, como consequência, a quantidade de energia digerida.

4.7. Estimativas do NDT das dietas

A partir dos dados levantados no presente trabalho (APÊNDICE), e da utilização da equação abaixo (SCHNEIDER & FLATT, 1975), foram calculados os valores dos nutrientes

digestíveis totais (NDT), para as dietas experimentais.

$$\text{NDT} = \% \text{proteína digestível} + \% \text{fibra bruta digestível} + \\ \% \text{extrativo não nitrogenado digestível} + \\ (\% \text{extrato etéreo digestível} \times 2,25)$$

Os valores de NDT obtidos para os diferentes tratamentos foram submetidos a análise de variância, como apresentado na TABELA 16. Pode-se verificar que não foram

TABELA 16. Análise de variância e valores médios obtidos para os nutrientes digestíveis totais (NDT), em porcentagem.

ANÁLISE DE VARIÂNCIA					
CAUSA DA VARIACÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA DOS QUADRADOS	QUADRADO MÉDIO	F	Pr>F
PERÍODO	4	113,188	28,297	2,53	0,0952
TRATAMENTO	4	72,513	18,128	1,62	0,2321
ANIMAL	4	88,439	22,110	1,98	0,1620
RESÍDUO	12	134,063	11,172	-	-
TOTAL	24	408,203			CV = 6,17
VALORES OBTIDOS					
TRATAMENTO		NDT (%)		DESVIO-PADRÃO	
A		53,60		2,33	
B		51,90		5,46	
C		53,30		3,71	
D		56,84		5,10	
E		55,24		2,97	

encontradas diferenças significativas entre os diferentes tratamentos, e os valores de NDT calculados para as dietas foram baixos e variaram de 51,90% a 56,84%.

Observando-se os valores de NDT estimados pela equação de regressão de KEARL (BOIN, 1988), apresentados na TABELA 6, nota-se que os valores médios de 58,55% são superiores aqueles encontrados na TABELA 15 onde a média foi de 54,18%. A diferença apesar de pequena (4,37%), sugere que a utilização da equação de KEARL, para o cálculo do NDT em dietas em que há o predomínio de BTPV, tende a superestimar os valores, já que a tendência foi de números maiores. Esse fato poderia talvez ser devido ao BTPV apresentar-se como um volumoso atípico, apresentando baixa digestibilidade na fração fibrosa (CASTRO, 1989). Na realidade, pode-se verificar que os coeficientes de digestibilidade da fibra das dietas, obtidos no presente trabalho foram baixos (TABELA 11), apresentando um valor médio de 50,50%, apesar da dieta conter cerca de 40% de alimentos concentrados.

4.8. Correlações entre as variáveis utilizadas para avaliar a energia das dietas

As TABELAS 17, 18 e 19 mostram que as variáveis estudadas no presente trabalho para avaliar a energia das dietas são correlacionadas e podem ser utilizadas para outras dietas que apresentem composição semelhante à das dietas utilizadas neste experimento.

SCHNEIDER & FLATT (1975), comentando resultados de outros autores, encontraram altas correlações entre os valores de NDT e da matéria seca digerida (0,99) e entre energia digerida e matéria seca digerida (0,98). Esses resultados se referem à avaliação de forragens que

TABELA 17. Correlações, coeficientes de determinação e equações de regressão entre os coeficientes de digestibilidade aparente da energia bruta (CDAEB), os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDAMS) e os nutrientes digestíveis totais (NDT).

Y	X	r	R ²	EQUAÇÃO DE REGRESSÃO
CDAEB	CDAMS	0,97	0,95	$Y = -10,459 + 1,065X$
NDT	CDAEB	0,97	0,93	$Y = 13,952 + 0,855X$
NDT	CDAMS	0,99	0,98	$Y = 2,473 + 0,957X$

r = coeficiente de correlação.

R² = coeficiente de determinação.

TABELA 18. Correlações, coeficientes de determinação e equações de regressão entre a energia digerida (ED), a matéria seca digerida (MSD) e os nutrientes digestíveis totais (NDT) ingeridos.

Y	X	r	R ²	EQUAÇÃO DE REGRESSÃO
ED	MSD	0,99	0,98	$Y = -5847,839 + 32,999X$
ED	NDT	0,91	0,84	$Y = -21126 + 0,227X$

r = coeficiente de correlação.

R² = coeficiente de determinação.

apresentaram coeficientes de digestibilidade da matéria seca entre 50% a 70%. No presente estudo, o coeficiente médio de digestibilidade da matéria seca foi de 54,00%, e nota-se nas TABELAS 18 e 19 que os coeficientes de correlação foram elevados entre NDT e MSD como também entre ED e MSD.

TABELA 19. Correlações, coeficientes de determinação e equações de regressão entre os valores de nutrientes digestíveis totais (NDT), a matéria seca digerida (MSD) e a energia digerida (ED).

Y	X	r	R ²	EQUAÇÃO DE REGRESSÃO
NDT	MSD	0,94	0,89	Y = 130199 + 126,823X
NDT	ED	0,91	0,84	Y = 167333 + 3,707X

r = coeficiente de correlação.

R² = coeficiente de determinação.

5. CONCLUSÕES

Considerando-se que não foram detectados efeitos significativos dos aditivos sobre a digestibilidade das dietas estudadas, pode-se concluir que resultados positivos obtidos em outros estudos com a utilização nas dietas a base de BTPV, de bicarbonato de sódio e da lasalocida sódica, separados ou em conjunto, poderiam ser devido a melhoria na eficiência do processo fermentativo no rúmen, causado pela combinação do agente tamponante com o ionóforo.

A exclusão do BIN pode ser realizada sem prejudicar a digestibilidade de dietas à base de BTPV.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSEN, M.A. & HORN, G.W. Effect of lasalocid on weight gains, ruminal fermentation and forage intake of stocker cattle grazing winter wheat pasture. *Journal of Animal Science*, 65(4):865-871, 1987.
- A.O.A.C. *Official methods of analysis Association of Official Agricultural Chemists*. Tenth edition. Washington, D.C., 1965.
- ARMENTANO, L.E. & SOLORZANO, L.C. Choice of buffers should depend on diet, environment. *Feedstuffs*, January 18, 60(3):19 e 63, 1988.
- BALCH, C.C.; BALCH, D. BARTLETT, S.; BARTRUM, M.P.; JOHNSON, V.W.; ROWLAND, S.J.; TURNER, J. Studies of the secretion of milk of low fat content. *Journal of Dairy Research*, 22:270, 1955.
- BALCH, C.C. Observations of the act of eating in cattle. *Brit. Journal Nutrition*, 15:383, 1958.
- BALDWIN, R.L. & ALLISON, M.J. Rumen metabolism. *Journal of Animal Science*, 57:461, 1983.
- BERCHIELLI, T.T.; ANDRADE, P.; PINOTTI, R.F.; KRONKA, S.N. Níveis de concentrado e uréia na alimentação de bovinos nelore com bagaço de cana-de-açúcar hidrolisado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 26^a, Porto Alegre, 1989. *Anais*. p.157.
- BERGEN, W.G. & YOKOYAMA, M.T. Productive limits to rumen fermentation. *Journal of Animal Science*, 46(3):573-584, 1977.
- BERGEN, W.G. & BATES, D.B. Ionophores: Their effect on production efficiency and mode of action. *Journal of Animal Science*, 58(6):1465-1483, 1984.
- BERGER, L.L.; RICKIE, S.C.; FAHEY JR, G.C.. Comparison of two levels of lasalocid with monensine on feedlot cattle performance. *Journal of Animal Science*, 53:1440, 1981.

- BOIN, C. Formulação de rações para bovinos de corte em confinamento. In: *Manual de Cálculo de Rações de Custo Mínimo*. Piracicaba, FEALQ, 1988. p.141-191.
- BURGI, R. Produção de bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum sp. L.*) auto hidrolisado e avaliação do seu valor nutritivo para ruminantes. Piracicaba, 1985.61p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- BURGI, R. O bagaço de cana-de-açúcar no confinamento de bovinos de corte. In: CONGRESSO PAULISTA DE AGRONOMIA, 6^o, Piracicaba, 1987. Apostila. 6p.
- CAMPBELL, C.M.; WAYMAND, O.; STANLEY, R.W.; KARMSTRA, L.D.; OLBRISH, S.E.; HO-A, E.B.; NAKAYAMA, T.; KOHLER, G.O.; WALKER, H.G.; GRAHAM, R. Effects of pressure treatment sugar cane bagasse upon nutrient utilization. *Proc. Western Sect. Am. Soc. Animal Science*, 24:178-184, 1973.
- CASTRO, F.B. Avaliação do processo de digestão do bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum sp. L.*) auto-hidrolisado em bovinos. Piracicaba, 1989.123p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- CHALUPA, W. Chemical control of rumen microbial metabolism. In: *Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants*. AVI Publishing Co., Westport, CT, 1980.p.325-347.
- CHEN, M. & WOLIN, M.J. Effect of monensin and lasalocid-sodium and rumen saccharolytic bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*, 38(1):72-77, 1979.
- CHIRASE, N.K.; GREENE, L.W.; LUNT, D.K.; BAKER, J.F.; KNUTSON, R.E. Serum and ruminal fluid characteristics of beef cows grazing oat pastures and supplemented with or without lasalocid. *Journal of Animal Science*, 66:1746-1754, 1988.
- CONCEIÇÃO, M.N.; LACORTE, M.C.F.; BURGI, R.; BOSE, M.L.V. Determinação da digestibilidade do bagaço de cana-de-açúcar hidrolisado com carneiros. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 23^a, Campo Grande, 1986. Anais. p.119.
- COPPOCK, C.E.; SCHELLING, G.T.; BYERS, F.M.; WEST, J.W.; LABORE, J.M.; GATES, C.E. A naturally occurring mineral as a Buffer in the diet of lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 69(1):111-123, 1986.
- COSTA, L.R.O. Suplementação de uréia em dietas a base de bagaço de cana (*Saccharum sp. L.*) auto-hidrolisado para ruminantes. Piracicaba, 1987.111p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

- DELFINO, J.; MATHISON, G.W.; SMITH, M.W. Effect of lasalocid and feedlot performance and energy partitioning in cattle. *Journal of Animal Science*, 66(1):136-150, 1988.
- DENNIS, S.M.; NAGARAJA, T.G.; BARTLEY, E.E. Effect of lasalocid or monensin on lactate-producing or-using rumen bacteria. *Journal of Animal Science*, 52:418-426, 1981.
- DePETERS, E.J.; FREDEEN, A.H.; BATH, D.L.; SMITH, N.E. Effect of sodium bicarbonate addition to alfalfa-Hay-Based diets on digestibility of dietary fractions and rumen characteristics. *Journal of Dairy Science*, 67(10):2344-2355, 1984.
- ELSASSER, T.H. Potencial interactions of ionophore drugs with divalent cations and their function in the animal body. *Journal of Animal Science*, 59(3):845-853, 1984.
- ERDMAN, R.A.; BOTTS, R.L.; HEMKEN, R.W.; BULL, L.S. Effect of dietary sodium bicarbonate and magnesium oxide on production and physiology in early lactation. *Journal of Dairy Science*, 63(6):923-930, 1980.
- ERDMAN, R.A.; DOUGLASS, L.W.; HEMKEN, R.W.; TEH, T.H.; MANN, L.M. Effects of sodium bicarbonate on palatability and voluntary intake of concentrates fed lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 65(8):1647-1651, 1982a.
- ERDMAN, R.A.; HEMKEN, R.W.; BULL, L.S. Dietary sodium bicarbonate and magnesium oxide for early postpartum lactating dairy cows: effects on production, acid-base metabolism, and digestion. *Journal of Dairy Science*, 65(5):712-731, 1982b.
- FULLER, J.R. & JOHNSON, D.E. Monensin and lasalocid effects on fermentation in vitro. *Journal of Animal Science*, 53(6):1574-1580, 1981.
- FULTON, W.R.; KLOPFENSTEIN, T.J.; BRITTON, R.A. Adaptation to high concentrate diets by beef cattle. II. Effect of ruminal pH alteration on rumen fermentation and voluntary intake of wheat diets. *Journal of Animal Science*, 49(3):785-789, 1979.
- FUNK, M.A.; GALYEAN, M.L.; ROSS, T.T. Potassium and lasalocid effects on performance and digestion in lambs. *Journal of Animal Science*, 63:685-691, 1986.
- GOERING, H.K. & VAN SOEST, P.J. *Forage fiber analyses (Apparatus reagents, procedures and some applications)*. USDA, ARS Agriculture Handbook N° 379, 1970.

GOODRICH, R.D.; GARRET, J.R.; GAST, D.R.; KIRICK, M.A.; LARSON, D.A.; MEISKE, J.C. Influence of monensin on the performance of cattle. *Journal of Animal Science*, 58(6):1484-1498, 1984.

GUTIERREZ, G.G.; SCHAKE, L.M.; BYERS, F.M. Whole plant grain sorghum silage processing and lasalocid effects on stocker calf performance and rumen fermentation. *Journal of Animal Science*, 54(4):863-868, 1982.

HAALAND, G.L. & TYRRELL, H.F. Effects of limestone and sodium bicarbonate buffers on rumen measurements and rate of passage in cattle. *Journal of Animal Science*, 55(4):935-942, 1982.

HADJIPANAYIOTOU, M. Effect to sodium bicarbonate and of roughage on milk yield and milk composition of goats and on rumen fermentation of sheep. *Journal of Dairy Science*, 65(1):59-64, 1982.

HINKLE, P.C. & McCARTY, R.E. How cells make ATP. In: *Molecules to living cells*. W.H. Freeman and Company, San Francisco, California, USA, 1980. p.154-169.

HUNGATE, R.E. *The Rumen and its Microbes*. Academic Press, New York and London, 1966. 533p.

JACQUES, K.A.; AXE, D.E.; HARRIS, T.R.; HARMOND, D.L.; BOLSEN, K.K.; JOHNSON, D.E. Effect of sodium bicarbonate and sodium bentonite on digestion, solid and liquid flow, and ruminal fermentation characteristics of forage sorghum silage-based diets fed to steers. *Journal of Animal Science*, 63:923-932, 1986.

JACQUES, K.A.; COCHRAN, R.C.; CORAH, L.R.; AVERY, T.B.; ZOELLNER, K.O.; HIGGINBOTHAM, J.F. Influence of lasalocid on forage intake, digestibility, ruminal fermentation, liquid flow and performance of beef cattle grazing winter range. *Journal of Animal Science*, 65:777-785, 1987.

JAMES, L.G. & WOHLT, J.E. Effect of supplementing equi-valent cation amounts from NaCl, MgO, NaHCO₃ and CaCO₃ on nutrient utilization and acid-based status of growing dorset lambs fed high concentrate diets. *Journal of Animal Science*, 60(1):307-315, 1985.

JUNG, H.G. & FAHEY JR, G.C. Nutritional implications of phenolic monomers and lignin: a review. *Journal of Animal Science*, 57(1):206-219, 1983.

KILMER, L.H.; MULLER, L.D.; WANGSNESS, P.J. Addition of sodium bicarbonate to rations of pre and postpartum dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 63(12):2026-2036, 1980.

- KOVACIK, A.M.; LOERCH, S.C.; DEHORITY, B.A. Effect of supplemental sodium bicarbonate on nutrient digestibilities and ruminal pH measured continuously. *Journal of Animal Science*, 62:226-234, 1986.
- KRONFELD, D.S. Sodium, osmolarity and hidratation. In: *Regulation of Acid-Base Balance*. Symposium Dept. of Animal Sciences of the Univ. of Arizona. W.H. Hale and Paul Mernhardt. Ed. Church and Dwight Co., Inc. 1978. p.11-20.
- LACORTE, M.C.F. Desempenho de bovinos confinados a base de bagaço de cana-de-açúcar auto-hidrolisado, levedura e vinhaça, sub-produtos da indústria de açúcar e álcool. Piracicaba, 1987. 71p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- LANNA, D.P.D. & BOIN, C. Efeito da adição de bicarbonato de sódio, feno e bagaço de cana-de-açúcar "in natura" em dietas a base de bagaço hidrolisado. (A ser publicado nos anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz"). 1988.
- LEHNINGER, A.L. *Princípios de bioquímica*. Traduzido por W.R.LODI & A.A.SIMÕES. Savier Editora de Livros Médicos Ltda. São Paulo, Brasil, 1988. 725p.
- LIMA, M.L.P. & ZANETTI, M.A. Utilização do bagaço hidrolisado como alimento volumoso para bovinos confinados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 26^a, Porto Alegre, 1989. Anais. p.156.
- LLOYD, L.E.; McDONALD, B.E.; CRAMPTON, E.W. *Fundamentals of Nutrition*. W.H.Freeman and Company. San Francisco. USA. 1978. 466p.
- MACHADO, P.F. Estudo dos efeitos da combinação isoácidos-monensina sobre a fermentação ruminal e desempenho de vacas em lactação. Piracicaba, 1988. 100p. (Livre-Docência - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- MACHADO, P.F. & MADEIRA, H.M.F. Manipulação de nutrientes em nível de rúmen - efeitos do uso de ionóforos. In: *Bovinocultura de Corte*, SBZ, Campinas, 1990. p.79-96.
- MAGNANI, J.L.; CAMPANARI NETO, J.; VALLEZZI FILHO, A.; ROSSELL, C.E.V. Auto-hidrolise do bagaço (BTH) visando preparo de rações para bovinos. Parte 1 - O processo. *Boletim Técnico*, Copersucar, São Paulo, 32: 58-60, 1985.

- MARCOS, A.C.M.; LEME, P.R.; BOIN, C. Efeito do tempo de tratamento a pressão de vapor na composição química e na digestibilidade "in vitro" da matéria seca do bagaço de cana-de-açúcar. *Zootecnia*. Nova Odessa, SP, 22(4):383-395. 1984.
- MATTOS, W.R.S. Utilização do bagaço de cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. In: *Utilização de resíduos agro-industriais da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes*. Piracicaba, FEALQ, 1985. p.53-72.
- MAYNARD, L.A.; LOOSLI, J.K.; HINTZ, H.F.; WARNER, R.G. *Animal Nutrition*. McGraw-Hill Book Company. USA. 1979. 605p.
- MELLO JR., C.A. Efeitos do tratamento com pressão e vapor sobre a composição e a cinética da fermentação *in vitro* do bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp. L.). Piracicaba, 1987. 96p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- MORRISON, F.B. *Alimentos e Alimentação dos Animais*. Editora da USP. São Paulo. 1966. 892p.
- NAGARAJA, T.G.; AVERY, T.B.; BARTLEY, E.E.; GALITZER, S.J.; DAYTON, A.D. Prevention of lactic acidosis in cattle by lasalocid or monensin. *Journal of Animal Science*, 53(1):206-216, 1981.
- NAGARAJA, T.G.; AVERY, T.B.; BARTLEY, E.E.; ROOF, S.K.; DAYTON, A.D. Effect of lasalocid, monensin or thiopeptin on lactic acidosis in cattle. *Journal of Animal Science*, 54(3):649-659, 1982.
- N.R.C. *Committee on Animal Nutrition. Requirements of Sheep*. 6th revised ed. Washington. D.C., 1985. 99p.
- NUSSIO, L.G.; SILVA, S.C.; BOIN, C.; SANTOS, F.A.P. Avaliação do uso de bicarbonato de sódio em dietas com bagaço de cana auto-hidrolisado no desempenho de bovinos confinados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27^a, Campinas, 1990. *Anais*. p.18.
- OWENS, F.N. & GOETSCH, A.L. Digesta passage and microbial protein synthesis. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON RUMINANT PHYSIOLOGY, 6th, Canadá, 1984. *Proceedings*. p.196-223.
- PACOLA, L.J.; RAZOOK, A.G.; LIMA, F.P. Aproveitamento do bagaço de cana-de-açúcar na engorda de bovinos confinados. *Boletim da Indústria Animal*, 34(1):25-28, 1977.

- PATE, F.M. Value of treating bagasse with steam under pressure for cattle fed. *Tropical Agriculture*, 59(4):293-297, 1982.
- PATERSON, J.A.; ANDERSON, B.M.; BOWMAN, D.K.; MORRISON, R.L.; WILLIAMS, J.E. Effect of protein source and lasalocid on N digestibility and growth by ruminants. *Journal of Animal Science*, 57(6):1537, 1983.
- PEARCE, G.R. Rumination in sheep. IV. The investigation of the some possible mechanisms. *Australian Journal of Agri. Research*. 16:837. 1965.
- RANDEL, P.F. Dairy beef production from mixtures of sugarcane bagasse and concentrates. *Journal of Agriculture of University of Puerto Rico*, 50:237-246, 1966.
- REARTE, D.H.; KESLER, E.M.; STRINGER, W.C. Forage growth and performance of grazing dairy cows fed concentrates with or without sodium bicarbonate. *Journal of Dairy Science*, 67(12):2914-2921, 1984.
- REFFETT-STABEL, J.; SPEARS, J.W.; HARVEY, R.W.; LUCAS, D.M. Salomycin and lasalocid effects on growth rate, mineral metabolism and ruminal fermentation in steers. *Journal of Animal Science*, 67(10):2735-2742, 1989.
- REID, J.T.; WHITE, O.D. ANRIQUE, R.; FORTIN, A. Nutritional energetics of livestock: some presente boundaires of knowledge and future research needs. *Journal of Animal Science*, 51(6):1393-1415, 1980.
- RICHARDSON, L.F.; RAUN, A.P.; POTTER, E.L.; COOLEY, C.O.; RATHMACHER, R.P. Effect of monensin on rumen fermentation in vitro and in vivo. *Journal of Animal Science*, 43(3):657-664, 1976.
- RICKE, S.C.; BERGER, L.L.; VAN DER AAR, P.J.; FAHEY JR, G.C. Effects of lasalocid and monensin on nutrient digestion, metabolism and rumen characteristics of sheep. *Journal of Animal Science*, 58(1):194-202, 1984.
- ROBY, K.A.W.; CHALUPA, W.; ORSINI, J.A.; ELSE, A.H.; KRONFELD, D.S. Acid-base and eletrolyte balance in dairy heifers fed forage and concentrate rations: effects of sodium bicarbonate. *Am. J. Vet. Res.*, 48(6):1012-1016, 1987.
- ROGERS, J.A. & DAVIS, C.L. Rumen volatile fatty acid production and nutrient utilization in steers fed a diet supplemented with sodium bicarbonate and monensin. *Journal of Animal Science*, 65(6):944-952, 1982.

- ROGERS, J.A.; MULLER, D.L.; DAVIS, C.L.; CHALUPA, W.; KRONFELD, D.S.; KARCHER, L.F.; CUMMINGS, K.R. Response of dairy cows to sodium bicarbonate and limestone in early lactation. *Journal of Dairy Science*, 68(3):646-660, 1985.
- RUSSELL, J.B.; SHARP, W.M.; BALDWIN, R.L. The effect of pH on maximum bacterial growth rate and its possible role as a determinant of bacterial competition in the rumen. *Journal of Animal Science*, 48(2):251-255, 1979.
- RUSSELL, J.B. A proposed mechanism of monensin action in inhibiting ruminal bacterial growth: effects on ion flux and protonmotive force. *Journal of Animal Science*, 64:1519-1525, 1987.
- RUSSELL, J.B. & STROBEL, H.J. Effect of ionophores on ruminal fermentation. *Applied and Environmental Microbiology*, 55(1):1-6, 1989.
- SANTOS, F.A.P. Efeito de bicarbonato de sódio, lasalocida e cana-de-açúcar sobre o desempenho de bovinos alimentados com bagaço de cana tratado sob pressão de vapor. Piracicaba, 1991. 127p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- SANTOS, F.A.P.; FARIA, V.P.; BOIN, C.; NUSSIO, L.G.; SILVA, S.C. Efeito do bicarbonato de sódio, lasalocida e cana-de-açúcar em dietas de bagaço de cana tratado a pressão de vapor no desempenho de bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28^a, João Pessoa, 1991. Anais. p.257.
- S.A.S. Institute Inc. SAS/STAT User's guide, ed. Cary, N.C., 1988.
- SCHELLING, G.T. Monensin mode of action in the rumen. *Journal of Animal Science*, 58(6):1518-1527, 1984.
- SCHNEIDER, D.H. & FLATT, W.P. *The Evaluation of Feeds through Digestibility Experiments*. The University of Georgia Press. Athens. USA. 1975. 423p.
- SILVA, S.C. Efeito de bicarbonato de sódio e/ou lasalocida sobre os parâmetros ruminiais de bovinos alimentados com bagaço de cana tratado a pressão de vapor. Piracicaba, 1990. 130p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- SILVA, S.C.; BOIN, C.; FARIA, V.P.; SANTOS, F.A.P.; NUSSIO, L.G. Efeito de bicarbonato de sódio e/ou lasalocida em dietas de bagaço de cana tratado a pressão de vapor nos parâmetros ruminiais de bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28^a, João Pessoa, 1991. Anais. p.256.

- SLYTER, L.L.; OLTJEN, R.R.; KERN, D.L.; BLANCK, F.C. Influence of type and level of grain and diethylstilbestrol on the rumen microbial population of steers fed all-concentrate diets. *Journal of Animal Science*, 31:996. 1970.
- SPEARS, J.W. & HARVEY, R.W. Performance, ruminal and serum characteristics of steers fed lasalocid or pasture. *Journal of Animal Science*, 58(2):460-464, 1984.
- SPEARS, J.W. Ionophores and nutrient digestion and absorption in ruminants. *The Journal of Nutrition*, 120(6):632-638. 1990a.
- SPEARS, J.W. Modificadores de fermentação ruminal. In: SIMPÓSIO DO COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 3^o, Campinas, 1990b. *Anais*. p.165-179.
- STAPLES, C.R. & LOUGH, D.S. Efficacy of supplemental dietary neutralizing agents for lactating dairy cows. A review. *Animal Feed Science and Technology*, 23:227-303, 1989.
- SWENSON, M.J. *Dukes - Fisiologia dos Animais Domésticos*. Traduzido por A.A.SAMPAIO; F.P.JANSSEN; I.R.VANZELOTTI; N.C.ROCHA. Ed. Guanabara, 10^a ed., Rio de Janeiro, 1988. 799p.
- THONNEY, M.L.; HEIDE, E.K.; DUHAIME, D.J.; HAND, R.J.; PEROSIO, D.J. Growth, feed efficiency and metabolite concentrations of cattle fed high forage diets with lasalocid or monensin supplements. *Journal of Animal Science*, 52(2):427-433, 1981.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. O & B Books, Inc. Corvallis, Oregon. USA, 1983. 374p.
- WALKER, H.G. Physical treatment. In: *Straw and other fibrous by-products as feed*, Amsterdam, Elsevier Sci. Publ., 1984. p.79-105.
- WHEELER, W.E. Gastrointestinal tract pH environment and the influence of buffering materials on the performance of ruminants. *Journal of Animal Science*, 51(1):224-235, 1980.
- WHEELER, W.E.; NOLLER, C.H.; WHITE, J.L. Effect of level of calcium and sodium bicarbonate in high concentrate diets on performance on nutrient utilization by beef steers. *Journal of Animal Science*, 53(2):499-515, 1981.

APÊNDICE

TABELA 1. Coeficientes de digestibilidades das dietas (%).

	MS	PB	ENN	FB	ADF	NDF	EE	EB
A	52,28	55,22	56,62	42,75	36,49	47,94	87,00	46,68
A	56,90	57,33	60,85	52,36	43,79	55,18	84,66	51,23
A	54,20	58,44	55,93	51,73	41,46	54,98	89,29	47,92
A	51,75	60,41	54,74	48,72	41,59	49,62	86,63	44,65
A	50,56	59,38	54,96	40,66	36,26	45,34	86,96	43,01
B	46,03	55,79	48,25	36,81	35,36	37,96	86,56	39,48
B	57,53	56,83	59,26	59,29	53,56	58,83	87,82	51,35
B	48,99	52,93	50,71	45,67	35,61	43,78	88,98	42,01
B	49,14	53,87	50,97	46,44	30,51	43,49	87,96	40,82
B	57,46	60,00	60,14	55,87	42,17	55,85	89,44	49,48
C	53,21	47,13	56,77	51,96	40,06	52,38	89,98	46,88
C	57,38	64,13	56,81	59,21	49,75	56,85	88,01	51,13
C	52,59	65,57	51,18	55,69	34,87	54,03	88,08	45,05
C	46,62	57,28	50,43	37,39	28,21	42,18	84,57	38,98
C	54,20	62,53	55,23	52,23	44,33	50,73	83,77	45,85
D	51,13	64,49	53,83	40,72	41,87	46,65	87,92	43,84
D	59,30	63,69	62,56	55,18	52,58	55,93	88,43	53,61
D	52,38	63,01	51,09	53,13	39,03	46,82	88,79	45,82
D	64,87	73,48	63,94	66,37	47,51	65,85	89,64	58,66
D	56,74	59,26	57,24	59,18	40,74	56,19	86,51	47,67
	50,80	66,73	53,61	37,34	34,62	46,97	85,17	43,45
	55,69	60,02	59,01	50,81	50,16	53,18	85,02	49,17
	56,08	64,14	56,44	55,44	41,16	54,21	90,18	50,95
	58,36	66,59	61,73	51,28	42,93	53,32	86,90	52,16
	55,89	60,08	57,08	56,15	46,82	57,40	84,46	46,85

TABELA 2. Nutrientes digestíveis em porcentagem.

	MS	PB	ENN	FB	ADF	NDF	EE	NDT
A	30,99	6,50	33,29	10,04	15,11	25,75	1,13	52,37
A	35,85	6,72	35,16	13,08	17,94	29,21	0,91	57,00
A	34,45	6,76	30,60	14,37	18,46	29,62	1,26	54,57
A	31,43	7,59	31,23	12,01	18,24	26,03	1,06	53,21
A	30,35	7,54	30,22	10,75	15,30	24,63	1,03	50,84
B	27,22	6,93	27,06	9,13	16,28	19,90	1,12	45,64
B	33,75	6,25	32,77	16,01	25,34	32,23	0,94	57,14
B	29,51	5,91	27,96	12,49	15,40	23,54	1,27	49,22
B	29,01	6,02	27,94	12,83	12,01	23,30	1,13	49,33
B	33,85	6,81	34,52	14,47	16,58	29,89	1,05	58,15
C	30,36	4,13	33,45	13,73	16,93	28,72	1,30	54,23
C	35,54	7,37	31,30	16,41	22,94	32,00	1,06	57,47
C	30,18	8,45	28,33	14,52	13,33	28,87	1,15	53,89
C	27,01	7,38	28,14	9,60	11,18	22,88	0,96	47,28
C	31,98	7,48	29,71	14,77	19,66	27,11	0,75	53,65
D	30,22	8,49	29,91	10,19	19,64	25,95	1,21	51,32
D	37,23	7,16	35,10	14,58	24,67	29,22	0,99	59,08
D	31,07	8,00	26,92	15,16	17,30	24,38	1,21	52,80
D	47,84	9,33	35,03	17,28	16,90	35,87	1,09	64,08
D	33,43	6,67	31,11	16,91	15,31	29,74	0,94	56,91
E	30,47	8,78	29,95	9,04	14,61	25,14	1,09	50,23
E	34,12	6,75	33,54	13,10	24,13	27,98	0,96	55,56
E	33,59	8,15	31,40	14,17	17,23	28,27	1,20	56,42
E	40,08	8,46	34,27	13,03	18,08	27,63	1,04	58,11
E	31,66	6,86	33,04	13,89	20,47	30,28	0,92	55,86