NÍVEIS DE BAGAÇO AUTO-HIDROLISADO
E DE CANA-DE-AÇÚCAR NA ALIMENTAÇÃO DE
BOVINOS CONFINADOS

DAINA GUTMANIS
Engenheira Agrônoma

Orientador: Prof. Dr.
CLÁUDIO MALUF HADDAD

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 : Nutrição Animal e
Pastagens.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Abril - 1990

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCAP/USP

Gutmanis, Daina
G984n Níveis de bagaço auto-hidrolisado e de cana-de-
 açúcar na alimentação de bovinos confinados. Pi-
 racicaba, 1990.
 110p.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Bovino - Alimentação 2. Bagaço de cana-de-açú-
car hidrolisado 3. Bagaço de cana-de-açúcar na ali-
mentação animal I. Escola Superior de Agricultura
Luiz de Queiroz, Piracicaba.

CDD 636.2084

NÍVEIS DE BAGAÇO AUTO-HIDROLISADO E DE CANA-DE-AÇÚCAR NA
ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS CONFINADOS

DAINA GUTMANIS

Aprovada em: 06/04/90

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Cláudio Maluf Haddad

ESALQ/USP

Prof. Dr. Celso Boin

ESALQ/USP

Prof. Dr. Raul Dantas D'Arce

ESALQ/USP

Prof. Dr. CLAUDIO MALUF HADDAD
Orientador

"Afirmo que o sentimento religioso cósmico é o mais forte e mais nobre estímulo à pesquisa científica".

- Albert Einstein

(O mundo como eu o vejo)

"Existem mais coisas entre o céu e a terra, do que possa supor nossa vã filosofia".

Shakespeare

(Hamlet)

Ao meu pai Ansis Gutmanis "in memoriam"
e a minha mãe Erna Gutmanis,
pelo amor, dedicação e pelos
valores mais nobres de um
povo a mim transmitidos,
ofereço.

A minha irmã Gunta, pelos
laços de amizade que nos une,
e aos queridos sobrinhos
Liane e André, cujos corações
batem ao som de uma Nova Era,
dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos aqueles que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho e em especial :

Ao Prof. Dr. Cláudio Maluf Haddad, pela orientação e desafio profissional apresentado.

Ao Prof. Dr. Celso Boin, pelo interesse e pelas sugestões recebidas no desenvolvimento do trabalho assim como pelo exemplo de dedicação à pesquisa.

Ao Prof. Dr. Wilson Roberto Soares Mattos, pelo auxílio recebido na minha iniciação à pesquisa, bem como pela amizade, apoio e incentivo demonstrados.

Ao Prof. Dr. Irineu Umberto Packer e à Enga. Agra. Marineia de Lara Haddad pelo auxílio na interpretação dos resultados estatísticos.

Aos colegas Engs. Agrs. André Pedroso de Faria e Flávio Portela dos Santos e aos estagiários do Depto. de Zootecnia da ESALQ que participaram efetivamente deste experimento, debaixo de sol e de chuva, tornando possível este trabalho, assim como pelo espírito de solidariedade e companheirismo.

A Técnica de Laboratório Ana Maria Zani de Moura, pela presteza nas análises laboratoriais.

Ao Instituto de Zootecnia, pelas facilidades concedidas na elaboração final do trabalho, em especial à Enga. Agra. Gláucia Maria B. Ambrosano e aos demais colegas da Seção de Estatística e Técnica Experimental, pelo auxílio na análise estatística e na assistência computadorial.

Aos colegas Engs. Agrs. João Carlos Aguiar de Mattos e Paulo Roberto Leme, do Instituto de Zootecnia, pelas colaborações prestadas.

A estagiária do Instituto de Zootecnia, Ariana César de Mattos, pelo auxílio paciente na digitação dos dados.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE ABREVIATURAS	xii
RESUMO	xiii
SUMMARY	xv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. A cana de açúcar	4
2.1.1. Características gerais	5
2.1.2. Efeitos na fisiologia do rúmen.....	8
2.1.3. Parâmetros ruminiais	10
2.1.4. Desempenho animal	14
2.2. O bagaço "in natura"	17
2.2.1. Características do material	17
2.2.2. Uso na alimentação de animais.....	18
2.2.3. Métodos de tratamento	20
2.2.3.1. Químico	21
2.2.3.2. Físico	22
2.2.3.3. Biológico	23

2.3. O bagaço auto-hidrolisado	24
2.3.1. O processo de auto-hidrólise	24
2.3.2. Características do material tratado	25
2.3.3. Resultados com alimentação de bovinos de corte.....	32
2.3.4. Fatores limitantes	35
2.3.4.1. Furfurais e compostos fenólicos.....	35
2.3.4.2. Parâmetros ruminais	41
2.3.4.3. Conservação do bagaço	43
2.4. Conclusão da revisão de literatura.....	44
3. MATERIAL E MÉTODOS	46
3.1. Local	46
3.2. Animais	46
3.3. Rações	47
3.4. Delineamento experimental	50
3.5. Condução do experimento	51
3.5.1. Período de adaptação	52
3.5.2. Período pré-experimental	52
3.5.3. Período experimental	53
3.6. Metodologia de coleta de dados	53
3.7. Ocorrências	54
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
4.1. Composição média dos alimentos e das dietas utilizadas	57
4.2. Desempenho dos animais	64

4.2.1. Resultados gerais	64
4.2.2. Resultados por períodos.....	77
4.2.2.1. Consumo de alimentos.....	79
4.2.2.2. Ganho de peso	81
4.2.2.3. Conversão alimentar	83
4.3. Dados meteorológicos	85
5. CONCLUSÕES	89
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
APÊNDICE	99

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Estrutura da parede celular.....	19
Figura 2. Curva da regressão quadrática para consumo diário de MS (kg).....	70
Figura 3. Curva da regressão quadrática para ganho de peso diário (kg).....	71
Figura 4. Curva da regressão quadrática para conversão alimentar (kg MS/kg GPV).....	72
Figura 5. Evolução do consumo diário nos períodos...	80
Figura 6. Evolução do consumo diário percentual do peso vivo nos períodos.....	80
Figura 7. Evolução do ganho de peso diário nos períodos.....	82
Figura 8. Evolução dos pesos dos animais nos períodos.....	82
Figura 9. Evolução da conversão alimentar nos períodos.....	84
Figura 10. Temperaturas máximas, médias e mínimas e precipitação durante o período experimental.....	87

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1. Composição bromatológica do bagaço tratado sob diferentes condições de pressão e tempo.....	29
Tabela 2. Resultados de desempenho com gado de corte em dietas à base de BAH.....	34
Tabela 3. Análise bromatológica dos alimentos das dietas completas.....	58
Tabela 4. Cálculo das quantidades dos ingredientes necessários para satisfazer as necessidades diárias de animais com 350 kg de peso em fase de acabamento.....	60
Tabela 5. Composição bromatológica estimada das dietas completas.....	62
Tabela 6. Resultados finais do desempenho animal....	65
Tabela 7. Resumo dos quadros de análise de variância	66
Tabela 8. Equações para a estimativa do desempenho animal em função dos níveis de BAH nas dietas.....	68
Tabela 9. Evolução do desempenho animal nos períodos	78
Tabela 10. Dados meteorológicos médios nos períodos.	86

LISTA DE ABREVIATURAS

BIN	Bagaco "in natura"
BAH	Bagaco auto-hidrolisado
MO	Matéria original
MS	Matéria seca
PB	Proteína bruta
FB	Fibra bruta
EE	Extrato etéreo
ENN	Extrativo não nitrogenado
MM	Matéria mineral
NDF	Fibra detergente neutro
ADF	Fibra detergente ácido
DVIV	Digestibilidade verdadeira "in vitro"
DIVMS	Digestibilidade "in vitro" da matéria seca
AGV	Ácidos graxos voláteis
GPD	Ganho de peso diário
%PV	Em percentual do peso vivo
GPV	Ganho de peso vivo
Cons.% PV	Consumo diário de MS para cada 100kg de PV
U.R.%	Umidade relativa do ar
R ²	Coefficiente de determinação
C.V.	Coefficiente de variação
X _{máx}	Ponto de inversão da curva (ponto máximo)
DI	Amostragem da dieta no período inicial
DM	Amostragem da dieta no período médio
DF	Amostragem da dieta no período final
SI	Amostragem das sobras no período inicial
SM	Amostragem das sobras no período médio
SF	Amostragem das sobras no período final
SPTB	Steam pressure treated bagasse

NÍVEIS DE BAGAÇO AUTO-HIDROLISADO E DE CANA-DE-AÇÚCAR NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS CONFINADOS

Autora: DAINA GUTMANIS

Orientador: Prof.Dr. CLÁUDIO MALUF HADDAD

RESUMO

Com o objetivo de se verificar o efeito de proporções crescentes de bagaço de cana-de-açúcar auto-hidrolisado (BAH) na dieta, em substituição à cana picada, sobre o desempenho de bovinos confinados, foi realizado um confinamento experimental na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP-Piracicaba-SP, durante 56 dias, com 60 animais mestiços, machos, castrados, com idade média de 30 meses e peso vivo inicial de 345 kg.

Os tratamentos constituíram-se, em % da MS total, de : T1) 0:50, T2) 10:40, T3) 20:30, T4) 30:20 e T5) 40:10, com níveis crescentes de BAH e níveis decrescentes de cana-de-açúcar, respectivamente, sendo que o concentrado participou com 50% em todas as dietas.

A composição bromatológica estimada dos 5 tratamentos indicou que as dietas completas foram isoproteicas e isoenergéticas.

Os níveis de consumo diário de MS (kg) foram ($P < 0,05$): T1)9,55b; T2)10,87ab; T3)11,81a; T4)12,14a e T5)12,16a. Os ganhos de peso diário (kg) foram ($P < 0,05$): T1)0,84b; T2)1,13a; T3)1,12a; T4)1,07a e T5)0,96ab. A conversão alimentar (kg MS/kg GPV) foi ($P < 0,05$): T1)11,29ab; T2)9,59c; T3)10,47bc; T4)11,31ab e T5)12,57a.

Pela regressão polinomial foram obtidas equações quadráticas com suas respectivas curvas na forma de parábolas, para todas as variáveis analisadas. O $X_{\text{máx}}$ estimou que o maior consumo de MS foi ao nível de 34% de BAH; o maior ganho de peso, ao nível de 21% de BAH; e a melhor conversão alimentar, próxima de 15% de BAH na MS da dieta.

Concluiu-se que, em dietas com 50% de concentrado, o BAH pode participar em 10 a 20% e a cana, em 40 a 30% da MS total da dieta, para se obter os melhores desempenhos animais. Observou-se ainda que, dentro das proporções de cana e BAH utilizados, pode ter havido algum efeito mútuo de complementação até o nível de 20% de BAH e de inibição acima deste nível, sobre a atividade ruminal, que deveria ser pesquisado em experimentos futuros.

LEVELS OF STEAM PRESSURE TREATED BAGASSE AND SUGAR CANE
IN FEEDLOT RATIONS

Author: DAINA GUTMANIS

Adviser: Prof.Dr. CLAUDIO MALUF HADDAD

SUMMARY

In order to verify the effect of increasing levels of steam pressure treated sugar cane bagasse (SPTB) in diets, in substitution to chopped sugar cane, on the performance of cattle in confinement, an experimental feedlot at Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP-Piracicaba-SP, was conducted, during 56 days, with 60 crossbreed steers, aged about 30 months and initial weight of 345 kg.

The treatments, in % of total dry matter (DM), were: T1)0:50, T2)10:40, T3)20:30, T4)30:20 and T5)40:10, with increasing levels of SPTB and decreasing levels of sugar cane, respectively, and the concentrate participating with 50% in all diets.

The estimated bromatological composition of the 5 treatments indicated that the complete diets were equal.

The levels of daily DM intake (kg) were ($P < 0,05$): T1)9,55b; T2)10,87ab; T3)11,81a; T4)12,14a and T5)12,16a. The daily weight gains (kg) were ($P < 0,05$): T1)0,84b; T2)1,13a; T3)1,12a; T4)1,07a and T5)0,96ab. The feed conversion (kg DM/kg DWG) was ($P < 0,05$): T1)11,29ab; T2)9,59c; T3)10,47bc; T4)11,31ab and T5)12,57a.

Quadratic equations with the respective curves in parable form for all the parameters analysed were obtained by polinomial regression. The $X_{\max}$ estimated that the greatest DM intake was at the level of 34% of SPTB; the greatest weight gain, at the level of 21% of SPTB; and the best feed conversion, at about 15% of SPTB in the total DM of the diet.

It was concluded that, in diets with 50% of concentrate, the SPTB can be used with 10 to 20% and the sugar cane with 40 to 30% of the diet's total DM, in order to obtain the best animal performance. It was also observed that, in the proportions of sugar cane and SPTB used, some mutual effect of complementation till the level of 20% of SPTB and of inhibition above this level may have occurred on the ruminal activity, which should be examined in future researches.

1. INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar apresenta certas características particulares como planta tropical que a torna extremamente interessante, não só para a indústria do açúcar e do álcool mas, também, como fonte de alimento para os animais, principalmente os bovinos.

A cana-de-açúcar com sua cultura relativamente fácil, a coincidência da safra com o período de escassez de forragens verdes nos pastos, a manutenção das qualidades nutritivas por longo espaço de tempo após a maturidade, e a grande aceitação por parte dos animais, constituem razões suficientes para explicar sua grande difusão como alimento no meio pecuário (PEIXOTO, 1986).

Tanto a cana inteira quanto os seus subprodutos da agroindústria, tais como o melaço, o bagaço e a levedura, apresentam enorme potencial de uso e vêm sendo constantemente pesquisados visando a nutrição animal.

O bagaço de cana é o mais abundante subproduto da agroindústria brasileira e seus excedentes têm despertado o interesse de pesquisadores e empresários em encontrar usos alternativos para esse resíduo além da fabricação de papel, papelão, conglomerados, etc. Sabe-se

que uma tonelada de cana pode fornecer 250 a 500 quilos de bagaço com 47% a 51% de umidade, em função da variedade da cana, do ponto de maturação, clima, potência do equipamento da indústria canavieira, etc. Admite-se que cerca de 50% do bagaço disponível abastece a indústria canavieira local como fonte de energia, deixando um excedente de 50% ainda sem aproveitamento na maioria dos casos no Brasil (VILLARES, 1985).

Vários trabalhos visando determinar o valor nutritivo do bagaço de cana "in natura" para ruminantes concluíram que sua utilização na dieta é limitada devido à elevada lignificação da fração fibrosa e à baixa densidade, o que prejudica a digestibilidade e o consumo. Foram desenvolvidos vários processos para o tratamento do bagaço de cana com o objetivo de aumentar o seu valor nutritivo na alimentação de bovinos, sendo que o processo de auto-hidrólise destaca-se entre os demais pela facilidade de instalação e operação dentro das usinas e destilarias, e por demandar um único insumo, que é o vapor d'água sob pressão (BURGI, 1985).

Embora a crise energética, a partir de 1973, tenha posto em destaque as fontes alternativas para substituir o petróleo, o emprego de resíduos na alimentação de animais para se obter carne e leite ainda representa uma destinação mais nobre para esses resíduos dada a insuficiência de proteínas de alto valor biológico na

nutrição humana. Considerando-se que a safra de cana coincide com a época da seca, em que há escassez de forragens, esta opção de utilização do bagaço assume uma importância adicional, uma vez que pode contribuir para a redução da flutuação de oferta de alimentos essenciais como a carne e o leite (VILLARES, 1985).

O presente experimento visou basicamente avaliar níveis substituição de bagaço auto-hidrolisado em rações completas à base de cana-de-açúcar para bovinos confinados.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A Cana-de-açúcar

Em regiões quentes e úmidas a cana-de-açúcar cresce melhor que o milho. Como forrageira, a cana tem vantagens práticas sobre o milho, o qual é bastante usado na forma de silagem, produzida apenas em condições relativamente específicas e num estágio de crescimento crítico da planta, enquanto que a cana pode ser colhida durante um período mais amplo do ano, trazendo economia na mecanização e simplificando o manejo em pequenas propriedades rurais. A produção de forragem é muito maior para a cana que para o milho. Uma boa lavoura de milho ensilada produz aproximadamente 12 ton.MS/ha, enquanto que a produção anual de cana em alguns países chega a 60 ton.MS/ha. Estima-se que aproximadamente 1 ha de cana pode alimentar 30 cabeças de animais adultos por ano (BOHL, 1981).

2.1.1. Características gerais

De uma maneira geral, o valor nutritivo das gramíneas forrageiras diminui à medida que o estágio de maturação avança. Além desse decréscimo variar de forrageira para forrageira, existem outras que apresentam certas peculiaridades nesse aspecto. Por exemplo, nas gramíneas usadas para produção de silagem, como o milho e outros cereais, o valor nutritivo mais alto está associado a um determinado estágio de maturação do grão.

A cana-de-açúcar parece ser outro exemplo. Com o avanço da maturidade da planta, ocorrem decréscimos no teor de nitrogênio (proteína bruta), no teor e digestibilidade da fibra, e aumentos nos teores de matéria seca e de conteúdo celular. Estes aumentos ocorrem devido ao aumento da concentração de sacarose à medida que a planta vai atingindo a maturação. Esses dados indicam que o valor nutritivo da cana-de-açúcar aumenta à medida que aumenta a concentração de sacarose (BOIN et alii, 1987).

GOODING (1982), em seu trabalho analisa outros fatores que também podem afetar a qualidade da cana: variedade, maturidade, precipitação pluviométrica, temperatura e material estranho aderente.

LOVADINI et alii (1967) fizeram um levantamento da composição químico-bromatológica de 39

variedades forrageiras de cana-de-açúcar e concluíram que:

1) o teor médio de proteína bruta foi da ordem de 2,3%, com variação bastante ampla, desde 1,29% a 4,33%, o que coloca a cana-de-açúcar em posição de inferioridade relativamente às gramíneas forrageiras mais comuns; 2) o teor de fibra bruta se revelou igualmente muito variável, entre os limites de 17,40% a 42,73%, com o valor médio de 28,33%, comparável aos resultados acusados para outras forrageiras utilizadas para corte verde; 3) uma tendência para as variedades mais ricas em fibra apresentarem teores mais altos de proteína também foi constatada mediante uma correlação de 0,424; 4) uma das mais importantes diferenças entre a cana-de-açúcar e outras gramíneas forrageiras residiu no seu elevado teor em extrativos não nitrogenados, um valor médio de 64,95%, o que se deve atribuir ao elevado conteúdo em açúcares; 5) o teor médio de minerais foi de 2,08%, baixo comparativamente aos valores encontrados para outras gramíneas usadas para capineiras.

A cana é um volumoso que tem grande potencial para uso da uréia na dieta por apresentar uma grande proporção de sua matéria seca na forma de carboidratos fermentescíveis (40 a 50% de açúcares). O uso da uréia implica na adição de uma fonte de enxofre para manter a relação nitrogênio/enxofre na dieta total em torno de 14:1. O sulfato de amônia tem sido a fonte

recomendada (BOIN et alii, 1987) por ser fácil de ser adicionado junto com a uréia em solução aquosa.

Em dietas com cana, os aminoácidos mais limitantes são metionina, histidina e treonina. Portanto, essas dietas são suscetíveis à falta de enxofre e apresentam respostas a suplementos como farelo de polidura de arroz cuja fração protéica é rica nesses aminoácidos. Dos diversos suplementos já testados para a cana, VALDEZ et alii (1977) afirmaram que os de origem animal parecem não ter efeito benéfico; por outro lado, os de origem vegetal, dos quais o mais consistente tem sido a polidura de arroz, são mais eficientes.

Conforme inúmeros experimentos realizados por PRESTON e colaboradores, o farelo de polidura de arroz se mostrou um excelente suplemento para dietas à base de cana-de-açúcar e uréia, mas devido à sua baixa disponibilidade no mercado há necessidade de se identificar outros alimentos que propiciem resultados iguais ou semelhantes aos obtidos com farelo de polidura de arroz (BOIN et alii, 1987).

MOREIRA (1983) analisou vários experimentos com diferentes suplementos para dietas à base de cana e uréia. O farelo de arroz proporcionou os melhores resultados, vindo a seguir a mistura farinha de peixe/farelo de soja, farelo de algodão, milho triturado e raiz de mandioca.

2.1.2. Efeitos na fisiologia do rúmen

A presença de fibras longas é indispensável para estimular a função do rúmen. Elas agem fornecendo uma massa que excita as paredes ruminais e também favorece a secreção salivar, assegurando assim o tamponamento do meio e um escoamento grande e constante do conteúdo do rúmen para os compartimentos seguintes criando um meio apropriado para a manutenção de uma fauna microbiana bastante ativa.

A ingestão de rações à base de cana aumenta quando se fornece forragem contendo fibras longas (por exemplo, folhas de cana). Essa forragem não deve ser picada muito fina para que seu papel benéfico sobre o tempo de retenção das partículas no rúmen não seja diminuído (PRESTON, 1980).

LENG & PRESTON (1976) também observaram que não existem diferenças importantes entre os vários métodos de se processar a cana-de-açúcar; no entanto, a ponta de cana deve ser sempre incluída ao colmo para estimular a ingestão voluntária.

A melhor taxa de crescimento foi associada com uma maior ingestão voluntária, mas com uma pior taxa de conversão alimentar, indicando que o principal efeito das fibras longas foi o de aumentar a ingestão voluntária

às custas do valor nutritivo da dieta "per se" (PRESTON & LENG, 1980).

Estes mesmos autores afirmaram que a ingestão voluntária não é determinada pela digestibilidade, que é uniformemente alta, mas pelo suprimento de nutrientes no pós-rúmen, particularmente proteína não degradada no rúmen, a qual afeta diretamente a ingestão voluntária de MS. Já para a produção, o fator limitante não foi a disponibilidade de proteína não degradada no rúmen mas sim de energia. A resposta de bovinos em dietas de cana-de-açúcar com polidura de arroz foi mais uma resposta ao amido protegido com óleo não degradado no rúmen que, apesar de não afetar a ingestão, proveu energia extra para a produção. No entanto, por acréscimo, uma pequena quantidade de proteína não degradada no rúmen também estava disponível no suplemento.

GOODING (1982) relacionou ambos os fatores dizendo que a fibra da cana-de-açúcar só é parcialmente degradada e seu acúmulo no rúmen limita o consumo voluntário de alimentos. Aparentemente, se requer um consumo mínimo de fibra de cana-de-açúcar associado com um alto consumo total de açúcar. Uma vez que a quantidade total de cana que pode ser consumida pelo animal é limitada, o Brix (teor de açúcar) se torna de importância vital para o consumo animal. Portanto, em termos práticos, uma relação de açúcar/fibra de 1,0 (ou

seja, 50% da MS como açúcares) poder-se-ia considerar como a meta a ser atingida em termos de qualidade de cana para a alimentação animal.

Segundo PRESTON & LENG (1980), as fibras longas da cana têm ainda outros efeitos fisiológicos além de aumentarem o volume do rúmen e a taxa de passagem. Elas são responsáveis também por uma maior estimulação das contrações do rúmen e/ou auxiliam na digestão mais rápida, além de promoverem um melhor meio onde o ecossistema microbiano seja mais eficiente em tornar os nutrientes disponíveis ao animal.

2.1.3. Parâmetros ruminais

LENG & PRESTON (1976) estudaram os diversos parâmetros da atividade ruminal de animais submetidos a dietas à base de cana e observaram que a taxa de passagem era relativamente baixa. O pH tem sido alto e estável no rúmen, variando entre 6,8 a 7,3. Parece que isso se deve à alta taxa de salivacão, uma vez que o bovino passa um tempo considerável comendo e ruminando. Apresenta ainda teores mais altos de ácido propiônico e teores mais baixos de ácido butírico, parecendo estar relacionado com a grande atividade da população protozoária.

Em geral, há um declínio na proporção de acetato e um acréscimo na proporção de propionato logo

após o arraçãoamento, mas depois de algum tempo este padrão se inverte. O butirato tende a permanecer constante. O pico de produção de ácidos graxos voláteis (AGV) foi alcançado entre 1 e 2 hs após o arraçãoamento com um gradual declínio subsequente (VALDEZ et alii, 1977). Estas diferenças sugerem que as comunidades microbianas sejam diferentes em função do tempo.

Observou-se que a população de protozoários é constituída principalmente dos holotricas (*Isotricha* sp. e *Dasytricha* spp.), que não ingerem partículas sólidas, mas fermentam os açúcares, grandes em número e em tamanho, podendo muitas vezes ser vistos a olho nú, e pela *Entodinea* sp., que digere o amido, já menor em tamanho e em número, presentes na biomassa do rúmen (LENG & PRESTON, 1976; VALDEZ et alii, 1977; PRESTON & LENG, 1980).

Os protozoários em geral digerem e absorvem celulose e carboidratos solúveis dos vegetais e bactérias, acumulando-os na forma de amido. Ainda pela degradação destes carboidratos são produzidos principalmente os ácidos acético, propiônico, butírico e outros em menor quantidade, bem como gases.

VALDEZ et alii (1977) explicaram que existem fases distintas na utilização do substrato. Logo após a alimentação, aparentemente os protozoas estão ativamente armazenando amido a partir de açúcares solúveis e as bactérias estão fermentando açúcares a uma taxa

relativamente elevada. O decréscimo no acetato e o aumento no propionato imediatamente após a alimentação estão provavelmente relacionados à fermentação bacteriana de açúcares solúveis. Admite-se que os grandes holotricas produzam ácido acético, butírico e láctico. Portanto, a segunda fase, na qual o acetato aumenta aos níveis existentes antes da alimentação, é provavelmente devida à degradação do amido armazenado pelo protozoário acompanhada de fermentação secundária do ácido láctico pela bactéria resultando numa mistura de AGV. Com a depleção dos açúcares no fluido ruminal e do amido armazenado no protozoário, a digestão da celulose, que era mínima, aumenta em importância como indica a maior proporção de acetato com o passar do tempo. Este conceito implica que a atividade das diferentes comunidades microbianas se sucedem e se tornam de importância crescente, cada uma a seu tempo. Possivelmente todos os 3 processos podem ocorrer simultaneamente desde que a disponibilidade de amônia no rúmen seja alta. Os teores de amônia foram extremamente altos durante as 24 hs examinadas e estiveram em excesso ao requerimento para a máxima utilização do amido.

PRESTON (1980) afirmou em estudos sobre o papel dos protozoários no rúmen de bovinos recebendo rações à base de cana-de-açúcar, que eles estavam muitas vezes presentes em grande número e formavam uma

biomassa muito importante. No entanto, constatou-se que esses protozoários não abandonavam o rúmen e que a produtividade de animais defaunados era sensivelmente superior à dos animais não defaunados (a velocidade de crescimento aumentou 43% e a eficiência alimentar 39%). Parece que durante a alimentação os protozoários se acham distribuídos uniformemente no rúmen devido, em parte, às contrações do órgão durante a alimentação e também devido à sua maior motilidade. Os isotricas rapidamente acumulam carboidratos em seu interior e pelo aumento na sua densidade, e conseqüente diminuição na motilidade, afundam no fluido ruminal e se congregam em grupos sugerindo haver algum tipo de quimiotaxia entre eles (PRESTON & LENG, 1980).

Tais verificações permitiriam esperar por um aumento da produtividade de maneira importante, ou ainda, a redução das necessidades em nutrientes, desde que se encontrassem meios apropriados para controlar a população de protozoários.

Segundo COLLEMAN (1979), alguns produtos químicos aumentam o número de ciliados no rúmen, como por exemplo a Aureomicina, Tilosina e DES. Outros produtos já podem inibir sua população, como é o caso da Monensina, que por outro lado aumenta o número de bactérias.

2.1.4. Desempenho animal

ROCHA et alii (1973), testando a cama de galinheiro em mistura com milho desintegrado, como suplemento da cana-de-açúcar para bovinos confinados, verificaram que o melhor desempenho foi obtido com a dieta contendo 25% de cama de galinheiro + 75% de milho desintegrado com palha e sabugo e cana à vontade, apresentando consumo de MS/dia/an de 11,35 kg e ganho de peso diário de 1,15 kg.

CAIELLI (1975), pesquisando a engorda de bovinos mestiços da raça Gir com cana-de-açúcar, capim-elefante Napier e concentrados, testou várias dietas, entre elas: A) cana + concentrado; B) capim Napier + concentrado e C) cana + capim Napier + concentrado. Cada animal recebia por dia 3 kg de concentrado, constituído de 2 kg de milho moído e 1 kg de farelo de semente de algodão. O ganho de peso diário, por tratamento, foi: A) 0,610kg; B) 0,640kg; C) 0,658kg. O consumo diário estimado de MS/100 kg PV foi: A) 2,0%; B) 2,0% e C) 2,1%. A conversão alimentar (kg MS/kg GPV) foi: A) 11,0; B) 10,8 e C) 10,8. O autor concluiu que a cana-de-açúcar teve seu valor nutritivo aumentado quando associada com outras forrageiras, como por exemplo, o capim-elefante, e que mesmo utilizando a cana como única fonte de volumoso, esta mostrou-se capaz de produzir ganhos de peso considerados

satisfatórios para animais da raça Gir. O autor ainda lembra que os zebuínos em geral apresentam baixa capacidade de conversão do concentrado.

PATE (1981) realizou confinamento de bovinos utilizando 20, 39, 58 e 77% MS de cana-de-açúcar. Observou que com níveis crescentes de cana na dieta houve um decréscimo linear no ganho de peso, grau de acabamento, grau de qualidade, área do olho do lombo e depósitos de gordura. Houve, também, altas correlações entre a porcentagem de cana-de-açúcar na dieta tanto com a ingestão de MS em percentual do PV ($r=-0,93$) como com a conversão alimentar ($r=0,98$). O autor considerou que a menor ingestão não estava relacionada com a quantidade de fibra na cana-de-açúcar, mas com a sua baixa digestibilidade ou com sua taxa de digestão e "turn-over time" no rúmen. Os melhores resultados foram obtidos com 20% de cana na MS da dieta apresentando GPV de 1,59 kg/dia, consumo de 8,81 kg MS/dia (2,53% do PV) e conversão alimentar de 5,50 kg MS/kgPV.

FACOLA et alii (1986), trabalhando com cana-de-açúcar e bagaço "in natura" (BIN) na engorda de bovinos, testaram as seguintes dietas: A) cana-de-açúcar (80%) + farelo de algodão (20%); B) cana-de-açúcar (60%) + BIN (20%) + farelo de algodão (20%); e C) cana-de-açúcar (40%) + BIN (40%) + farelo de algodão (20%). O consumo diário de MS foi: A) 1,6 kg; B) 1,3 kg e C) 1,1 kg. O

ganho de peso diário foi: A) 0,781 kg; B) 0,350 kg e C) -0,234 kg. As dietas apresentaram uma relação volumoso:concentrado em MS de: A) 54:46; B) 66:34 e C) 74:26. Concluíram que a redução na ingestão nos tratamentos B e C em relação ao A talvez se devesse à elevação dos teores de fibra bruta e à diminuição de proteína bruta, uma vez que o bagaço utilizado não sofreu nenhum tratamento químico ou térmico para melhorar sua digestibilidade. No entanto, o tratamento exclusivo com cana apresentou ganhos de peso bastantes satisfatórios.

ALLEONI (1988), testando o efeito de diferentes suplementos no desempenho de bovinos alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar, verificou que para a dieta contendo 81,6% de cana-de-açúcar + 18,4% de farelo de soja, os animais apresentaram ganho de peso diário de 0,720 kg, ingestão de MS em % do PV de 2,56 e conversão alimentar (kg MS/kg GPV) de 7,99. O teor de PB da dieta foi de 12,06% na MS.

2.2. O bagaço "in natura"

2.2.1. Características do material

O processo de moagem da cana na usina visa a máxima extração do conteúdo celular rico em açúcares. A cana é submetida à moagem e a sucessivas prensagens visando a ruptura das células. Simultaneamente, sofre abundante lavagem para a extração das substâncias solúveis liberadas. Nesse processo, obtêm-se três produtos básicos: caldo, bagaço e bagacilho. O caldo é composto do conteúdo celular e da água de lavagem. O bagacilho é primeiramente extraído com o caldo de cana e depois retido em peneiras. É constituído de fragmentos da parede celular finamente moídos. O bagaço reúne fragmentos grosseiros da parede celular e pequena quantidade de conteúdo celular não extraído na moagem (BURGI, 1985).

O bagaço de cana "in natura" (BIN), obtido após a moagem, apresenta uma digestibilidade baixa, inferior a 35%, e sua densidade não ultrapassa 150 kg/m³, ocorrendo limitação física de consumo. Estes dois fatores lhe conferem baixo valor nutritivo e limitam sua utilização para níveis inferiores a 30% da ração (base seca).

MAGNANI *et alii* (1985) ilustraram bem a estrutura da parede celular do BIN (Figura 1) e explicaram que o BIN, como os demais materiais celulósicos, é constituído basicamente de celulose, hemicelulose e lignina. A celulose é passível de ser hidrolisada a hexoses e a hemicelulose a pentoses, ambos açúcares que podem suprir as necessidades energéticas de animais. Na madeira e resíduos agrícolas de uma forma geral, a celulose e a hemicelulose estão aglutinadas em um arranjo sistemático ordenado como num cristal onde esta configuração é envolvida em lignina. Embora as enzimas presentes no rúmen bovino tenham a capacidade de hidrolisar a celulose de forma a produzir os açúcares, há nesse caso grande dificuldade de acesso das enzimas aos pontos em que é possível a ruptura do polímero celulósico.

2.2.2. Uso na alimentação de animais

MARCOS (1985) relatou que o BIN tem uso restrito pelos ruminantes. Num trabalho experimental realizado em Andradina-SP, com bovinos confinados, os animais ganharam apenas 0,680 kg/dia em dieta com BIN. Em um outro experimento, realizado em Araçatuba-SP, o mesmo autor observou que os animais consumindo BIN, ingeriram 21% a menos de MS da ração e ganharam 24% a menos de peso, quando comparados aos animais que receberam a ração com

Figura 1. Estrutura da parede celular (MAGNANI et alii, 1985)

feno de colônia.

BURGI (1985), considerando alguns trabalhos com BIN na alimentação animal, mostrou que proporções acima de 30% causam retração no consumo e consequentemente um desempenho inferior, e que, de um modo geral, os pesquisadores utilizam o BIN apenas como fonte de fibra na formulação de rações para ruminantes contendo elevada proporção de alimentos concentrados.

VILLARES (1985) concluiu em sua revisão sobre o BIN na alimentação de bovinos e bubalinos que o referido alimento apresenta algumas condições limitantes: a) deve ser usado em baixa proporção nas rações, apenas como fornecedor de fibras necessárias aos animais ruminantes; b) estar associado aos alimentos concentrados, apesar de seus custos; c) de preferência ser tratado física, química ou biologicamente para permitir o aumento do seu nível na ração, com alguma redução dos alimentos concentrados suplementares.

2.2.3. Métodos de tratamento

Foram desenvolvidos tratamentos físicos, químicos e biológicos para romper a estrutura das fibras dos resíduos lignocelulósicos e, consequentemente, promover aumento de sua digestibilidade e consumo. A eficiência desses processos é variável, sendo que os processos físicos

e químicos parecem ser mais eficientes que os biológicos.

2.2.3.1. Tratamento químico

MAGNANI *et alii* (1985), descrevendo a estrutura do BIN, relataram que as fibras podem absorver água ou agentes químicos. Ao absorverem água ocorrerá apenas o intumescimento intercristalino e a integridade das microfibrilas é mantida. Agentes químicos, como bases e ácidos fortes e mesmo alguns sais, provocam o intumescimento intracristalino, que pode levar à dissolução da celulose por afastamento das diversas cadeias celulósicas presentes na microfibrila.

VITTI *et alii* (1985) testaram o efeito do tratamento químico com NaOH no BIN. Prepararam silagem de BIN, em lotes de 25 kg, tratados com solução de hidróxido de sódio a 5% (MS). Melaço e uréia também foram misturados nos níveis de 15% e 0,8%, com base na matéria seca. Lotes de 25 kg foram igualmente preparados com melaço e uréia, porém, sem o tratamento com hidróxido de sódio. O material foi armazenado em sacos plásticos por 2 meses. Os valores de digestibilidade foram 20,8; 35,6 e 41,4% respectivamente para o BIN, silagem sem NaOH e silagem com 5% de NaOH. Esses valores indicaram que houve diferença significativa para os tratamentos, o que é confirmado pela revisão apresentada no trabalho de outros experimentos semelhantes.

onde a digestibilidade do bagaço pode ser aumentada através de tratamento com NaOH. Esse tipo de tratamento pode ser interessante para uso a nível de propriedade agrícola para tratamento de BIN em pequena escala (BURGI, 1986), apesar de seu elevado custo.

2.2.3.2. Tratamento físico

O tratamento do BIN usando alta pressão de vapor (processo de auto-hidrólise) tem mostrado resultados promissores, mas é uma técnica que deve ainda ser estudada com mais detalhes (VITTI *et alii*, 1985).

Vários trabalhos de pesquisa foram feitos visando otimizar a pressão e o tempo de tratamento sobre a digestibilidade do material e que serão discutidos mais adiante no presente trabalho.

As principais modificações na composição química do material tratado com pressão e vapor se referem às alterações na fração da hemicelulose e ao aumento no teor de compostos fenólicos e carboidratos solúveis.

A aplicação do processo de auto-hidrólise requer o uso de autoclave e disponibilidade de vapor sob pressão, o que onera sua utilização a nível de fazenda. É próprio para ser operado junto a agro-indústrias, como usinas e destilarias que já dispõem de vapor a baixo custo (BURGI, 1986).

2.2.3.3. Tratamento biológico

VITTI *et alii* (1985) relataram que experimentos com fungos ou suas enzimas para decompor a lignina estão em fases iniciais de desenvolvimento e os resultados práticos são poucos. Os autores realizaram experimento com um produto comercial, Hi-Cell, constituído de BIN fermentado com 0,5% de uréia, 2,25% de melaço e uma mistura de fungos e bactérias, durante 8 horas. No teste de digestibilidade obtiveram diferenças significativas, com valores de 21,98; 31,92 e 36,16% respectivamente para o BIN, bagaço fermentado e feno de jaraguá.

Por outro lado D'ARCE *et alii* (1985), trabalhando com o mesmo produto (Hi-Cell), obtiveram baixo consumo de MS e, quanto à digestibilidade, não foram detectadas diferenças significativas. Concluíram que o produto (Hi-Cell) é um volumoso de baixa qualidade, em nada diferindo do bagaço que lhe deu origem, apresentando, portanto, as restrições já conhecidas para utilização na alimentação de ruminantes.

2.3. O bagaço auto-hidrolisado

2.3.1 O Processo de auto-hidrólise

MAGNANI *et alii* (1985) descreveram o que ocorre durante o processo de auto-hidrólise. Ao se submeter o BIN a vapor sob pressão, ocorre, por ação da água, o intumescimento intercristalino e alguns dos pontos terminais da estrutura ramificada da lignina, por ação da temperatura, sofrem hidrólise gerando ácido acético capaz de provocar o intumescimento intracristalino. Paralelamente ocorre a hidrólise da parte mais amorfa da celulose e da hemicelulose, produzindo já açúcares redutores. Ao se descomprimir disruptivamente esta massa, parte do vapor condensado vaporiza, mesmo dentro da fibra, o que provoca a "explosão" da mesma. As fibras tratadas desta forma são muito mais permeáveis e atacáveis pelos microorganismos do rúmen. No entanto, este tratamento não pode ser drástico a ponto de produzir, por reações secundárias, furfural e compostos fenólicos em quantidades suficientes para inibirem a flora do rúmen.

THENDER & AMAN (1984) resumiram o processo como sendo a combinação do tratamento com calor e auto-hidrólise por ácido acético que é formado a partir do grupo acetil. Já WALKER (1984) ressaltou algumas características do processo de auto-hidrólise: 1) produção

de ácido acético e outros ácidos; 2) produção de furfurais e derivados fenólicos; 3) variados graus de degradação da hemicelulose e 4) perdas de MS de 1 a 20% do material inicial, pela volatilização de carboidratos devido às altas temperaturas envolvidas nos tratamentos.

MAGNANI *et alii* (1985) apresentaram o esquema do equipamento piloto para o processo de auto-hidrólise do BIN. A autoclave é carregada com BIN por cima e é fechada a tampa especialmente projetada para que a pressão interna comprima-a contra a moldura. Injeta-se o vapor com a válvula de degasagem aberta de forma a permitir a expulsão total do ar, pois, caso contrário, um bolsão de ar atuaria como isolante impedindo o cozimento de parte do bagaço. Ao fechar-se a válvula de degasagem, a pressão sobe até atingir 17 kgf/cm² e é mantida neste valor por 5 minutos, após o que a abertura da válvula de descarga propicia a explosão do bagaço que é coletado abaixo do ciclone.

2.3.2. Características do material tratado

Conforme a natureza do material lignocelulósico e com as características dos equipamentos utilizados no processo, existem determinadas relações ideais entre a pressão e o tempo de tratamento que proporcionam os maiores incrementos na taxa de

digestibilidade "in vitro".

RANGNEKAR *et alii* (1982), trabalhando com pressões de 5, 7, e 9 kgf/cm² e tempos de 30 e 60 minutos, obtiveram para o bagaço auto-hidrolisado (BAH) o máximo incremento na digestibilidade com pressão de 7 kgf/cm² por 30 minutos, sendo que maiores pressões e tempos produziram aumentos não significativos na DIVMS. Com 9 kgf/cm² por 60 min. houve decréscimo nos teores de CHO solúveis e ácidos voláteis, provavelmente por causa da maior exposição às altas temperaturas. As perdas na MS foram máximas neste tratamento devido à volatilização dos CHO (20,8%). O aumento no ADF provavelmente se deve à produção de "artefatos" de lignina através de reações de "caramelização" não-enzimática.

BURGI (1985) procurou otimizar o processo de auto-hidrólise e testou diferentes combinações de pressão e tempo de tratamento. A pressão variou de 8 a 19 kgf/cm² e o tempo de 2 a 14 minutos. Os produtos obtidos foram analisados quanto à digestibilidade "in vitro" e seus resultados colocados num gráfico onde se relaciona a DVIV com o tempo de tratamento e as pressões utilizadas. O autor concluiu que o tratamento com 17 kgf/cm² e tempo de 5 minutos foi o melhor, pois esta combinação situou-se na área ótima do gráfico obtido.

CAIELLI & BRAUN (1986) testaram 2 temperaturas (190 °C e 210 °C) a diferentes tempos (1 a 10

minutos) no tratamento do bagaço e determinaram a composição química e a digestibilidade do material, sendo que o melhor resultado foi obtido com 210 °C e 5 minutos de tratamento com digestibilidade "in vitro" de 39,6%.

ABDALA et alii (1986b), trabalhando na mesma linha de pesquisa testaram pressões de 7, 14 e 21 kgf/cm² e concluíram que o tratamento com pressão igual a 14 kgf/cm² foi o que apresentou maior porcentagem de digestibilidade.

Todos estes trabalhos mostraram que, para uma determinada pressão de trabalho, a digestibilidade "in vitro" aumenta com o tempo de tratamento até um ponto máximo, e depois decresce com a aplicação de tempos maiores. Também foi observado que, quanto maior a pressão de trabalho, maior foi o incremento obtido na digestibilidade "in vitro" e isso aconteceu em um tempo menor.

Em suma, analisando a situação real das usinas, observa-se que é mais importante saber qual o melhor tempo de tratamento do bagaço para a pressão já existente nas condições da destilaria e não qual a melhor pressão para aumentar a digestibilidade do bagaço (MARCOS, 1985).

KLOPFENSTEIN & BOLSEN (1971) testaram diferentes pressões no tratamento de resíduos fibrosos e analisaram a digestibilidade "in vitro" e "in vivo". Observaram que a pressão e o tempo que resultam na maior digestibilidade "in vivo" nem sempre são os mesmos que

resultam em maior DIVMS, sendo que obtiveram valores maiores para DIVMS do que para a digestibilidade "in vivo". No entanto, CAMPBELL *et alii* (1973), trabalhando com bagaço hidrolisado, obtiveram valores superiores para digestibilidade "in vivo" do que para digestibilidade "in vitro".

Analisando os dados obtidos por vários pesquisadores, com relação ao efeito do tratamento com pressão de vapor sobre a composição química do bagaço (Tabela 1), verifica-se que a hemicelulose tende a desaparecer e que os teores de lignina e celulose são pouco afetados. Apesar da hemicelulose, que é a porção parcialmente digestível da holocelulose, ser praticamente eliminada, e da celulose ser reduzida a 80% do original no BIN, o material tratado ainda assim apresentou digestibilidade superior. Como a lignina permaneceu constante, isso indica que o tratamento quebrou as ligações lignina-celulose e tornou o material residual mais susceptível ao ataque dos microorganismos (CAMPBELL *et alii*, 1973).

MARCOS (1985) observou aumento linear de extrato etéreo com o aumento do tempo de tratamento. Isso pode ser atribuído a uma possível contaminação da fração extrato etéreo pelos compostos fenólicos derivados da decomposição da lignina durante o tratamento. Vale lembrar que os compostos fenólicos exercem efeitos negativos no consumo de MS e até na digestibilidade "in vitro" da MS. Os

TABELA 1. Composicao bromatologica percentual do bagaco tratado sob diferentes condicoes de pressao e tempo.

Autor	Tratamento	Tempo	NS	FB	PB	EE	Cinzas	HDF	ADF	DIUMS	Celulose	Lignina	Comp. fenol
BURGI (1985)	17 kg/cm ² bag. natural cana verde	5 min	43,47	33,02	1,58	0,38	4,18	58,99	63,35		43,55	16,51	
		-	47,47	43,25	1,63	0,35	3,93	84,53	60,58		43,20	13,15	
		-	26,06	25,39	2,13	0,29	1,71	46,55	31,62		23,34	7,59	
CAMPBELL et alii (1973)	bag. natural 28 kg/cm ²	- 45 seg							54,3 54,3	23,4 36,0	44,9 37,5	11,4 10,5	0,43 5,30
CONCEICAO et alii (1986)	17 kg/cm ² ensilado 8 meses recem produzido	5 min			2,17 2,21			66,26 61,44		38,2 49,4			
JOSHI et alii (1984)	bag + NaOH bag. 47kg/cm ² bag. natural	- 30 min -		38,92 39,20 41,70	1,43 3,21 2,85	0,65 0,85 0,88	9,00 4,35 4,90	72,5 70,5 81,0		62,8 59,9 53,8			
MAGNANI et alii (1985)	17kg/cm ² bag. nat.	5 min -		34,4 44,0	0,93 1,20	1,23 0,70	2,2 1,4				35,8 43,2	20,2 21,0	1,5* -
PATE (1982)	19,4kg/cm ² bag. natural	4,3 min -	44,7 51,8	33,9 43,0	2,6 2,4	2,1 0,9	2,9 1,7	51,2 83,4	54,1 54,9	65,8 60,7	43,7 41,6	9,0 12,0	
VITTI et alii (1985)	7kg/cm ² 14kg/cm ² 21kg/cm ² bag. natural	5 min 5 min 5 min -		48,97 51,10 50,95 47,59	1,44 1,44 1,44 1,75	0,70 1,21 7,49 0,59	1,40 1,11 1,09 2,05			34,72 44,23 43,06 21,84			2,21 4,85 9,34 0,46
ABDALLA et alii (1986b)													
RANGNEKAR et alii (1982)	Testemunha 5kg/cm ² 7kg/cm ² 9kg/cm ² 5kg/cm ² 7kg/cm ² 9kg/cm ²	- 30 min 30 min 30 min 60 min 60 min 60 min						84,2 73,2 61,0 53,1 61,3 57,5 55,9	51,0 52,6 50,3 48,5 51,0 50,8 52,7	34,5 42,5 51,1 54,5 50,6 50,5 56,6	40,3 41,8 40,6 39,7 41,0 41,6 42,9	11,2 10,4 9,1 8,2 9,5 8,7 8,8	

* Teor de furfural

compostos fenólicos e furfurais serão tratados em item separado na presente revisão.

RANGNEKAR *et alii* (1982) estudaram o efeito de diferentes pressões de vapor sobre a composição química do bagaço e outros resíduos e observaram que o tratamento diminuiu significativamente os teores de NDF, especialmente de hemicelulose, como também o pH. Carboidratos solúveis e ácidos voláteis aumentaram com o tratamento, enquanto que o ADF permaneceu constante. A DIVMS para o bagaço aumentou de 23 para 64% mas houve perdas na MS devido ao tratamento da ordem de 0,9 a 20,0%, provavelmente provocadas pela volatilização dos CHO.

Foram feitas diversas tentativas de se associar o tratamento físico de vapor sob pressão ao tratamento químico pela adição de vários compostos, tanto antes quanto após o processo de auto-hidrólise.

KLOPFENSTEIN *et alii* (1974) trabalharam com palhada de milho tratadas com vapor sob pressão de 17,5 kgf/cm² por 50 seg. Compararam: 1) palha não tratada; 2) palha + pressão; 3) palha + 3% NaOH + pressão e 4) palha + pressão + 3% NaOH. Verificaram que a adição de NaOH não aumentou a digestibilidade. Num segundo experimento, compararam palhas tratadas com metabisulfito de sódio em diferentes quantidades (0; 0,5; 1,0 e 1,5%) com planta inteira de milho peletizada, e observaram que houve um aumento linear na DIVMS com crescentes níveis de

metabisulfito de sódio. Os resultados mostraram que o uso de NaOH com pressão é de pouca valia. Já baixos teores de metabisulfito de sódio (0,5 - 1,0%) adicionados antes da pressão aumentaram o desempenho animal, mas teores maiores não foram benéficos.

Em outro experimento realizado por KLOPFENSTEIN *et alii* (1967), trabalhando com o efeito da pressão de vapor sobre o incremento na digestibilidade de vários materiais fibrosos, adicionados de certas soluções: a) água; b) 0,5% ácido clorídrico e c) 4% peróxido de hidrogênio, constatou-se que o uso de peróxido de hidrogênio além do tratamento com vapor apresentou o maior incremento (12-22%) na digestibilidade, talvez pela redução dos teores de lignina.

JOSHI *et alii* (1984) compararam o valor nutritivo, a palatabilidade e o desempenho de animais alimentados com bagaço tratado de diferentes formas: a) bagaço cru + melaço; b) bagaço + 4% NaOH + melaço; c) bagaço auto-hidrolisado + melaço. Concluíram que o desempenho do bagaço tratado com vapor sob pressão foi superior em todos os itens analisados.

ABDALA *et alii* (1986a) utilizaram vários tratamentos, isolados e associados, para o bagaço de cana e determinaram a digestibilidade "in situ" (total de 36 tratamentos). Todos os tratamentos aumentaram significativamente a digestibilidade do bagaço mas,

os autores concluíram, que seriam necessários mais estudos para avaliar o consumo e desempenho dos animais antes de se tomar conclusões quanto à utilização do bagaço em dietas para ruminantes.

2.3.3. Resultados com alimentação de bovinos de corte

Antes de se analisar os resultados obtidos com BAH em experimentos com animais de corte confinados, se faz necessário ressaltar a grande variabilidade de parâmetros usados nestes experimentos, o que dificulta a comparação entre trabalhos, e até mesmo dentro do próprio trabalho.

Existem variações importantes no desempenho do animal que à primeira vista não são percebidos, por exemplo, com simples pesagem do animal vivo, levando muitas vezes a interpretações errôneas ou incompletas sobre o potencial das dietas analisadas.

GOODRICH & MEISKE (1971) abordaram bem este assunto no trabalho "Métodos para aprimorar a interpretação de confinamentos experimentais", onde discutem 5 pontos importantes: 1) Erros na determinação do teor de MS em alimentos fermentados; 2) correções dos pesos vivos a iguais taxas de acabamento; 3) correções por covariância dos resultados finais a iguais valores iniciais; 4) comparações dentro dos tratamentos de fatores influenciando

o ganho de peso (abcessos e distúrbios); 5) correções por regressão das características da carcaça a iguais pesos da carcaça.

PATE (1982) realizou uma série de experimentos para avaliar a digestibilidade, o consumo e o desempenho de bovinos recebendo dietas à base de BAH. Forneceu rações contendo 0, 14, 30 e 46% de BAH na dieta e os resultados obtidos são sumarizados na Tabela 2. O BAH utilizado foi tratado a 20,4 kg/cm² por 2 minutos. O ganho de peso diário e a eficiência alimentar foram crescentes até o nível de 30% de BAH na dieta, ao passo que o nível de 46% de BAH apresentou resultados substancialmente inferiores, indicando que "algum fator" causou esta alteração brusca. Talvez a baixa ingestão de MS possa estar relacionada com a presença de compostos fenólicos produzidos pelo processo de pressão e vapor.

Em experimento realizado por JOSHI *et alii* (1984), foi testado o desempenho de animais alimentados com BIN, bagaço tratado com 4% de NaOH e BAH por pressão de 7 kg/cm² durante 30 minutos. A ingestão de MS de bagaço foi maior com o BAH (116%) e com o tratado com NaOH (20%). Os coeficientes de digestibilidade também foram superiores para o BAH. O ganho de peso foi maior para os animais tratados com BAH seguido do bagaço tratado com soda. Os resultados indicam uma melhor palatabilidade e melhor utilização de nutrientes devido ao tratamento com vapor sob

TABELA 2. Resultados de desempenho com gado de corte em dietas a base de bagaco hidrolisado.

Autor	Tratamento	% bagaco	Outros volum.	Complementos	GPD kg/dia	INGESTAO		Conv. alim. kg MS/kg GPD	Rend. carc. (%)	Obs.
						kg/dia	% PU			
BURGI (1985)	17kg/cm ² e 5 minutos	40	cana	milho, conc.	0,960	9,92	2,76	10,33		84 dias confin.
		50	verde	prot., melaco	0,816	10,00	2,79	12,25		44 novilhos
		60	(ate	ureia e sal	0,872	10,13	2,79	11,62		18 a 30 meses idade
		60T	70% MS)	mineral (ate 30% MS)	0,699	6,71	1,84	9,60		anelorados (Peso in 330kg) (+Ralgro)
JOSHI et alii (1984)	7kg/cm ² e 30 minutos	bag. natural		torta de	0,124	2,83				9 carneiros
		bag. + NaOH		amendoim	0,182	3,22				10-13 meses idade
		bag. hidrol.		desengordurada	0,385	5,07				peso in. 186 kg 51 dias exper.
PATE (1982)	20kg/cm ² e 2 minutos	0	14% sem.	rolao milho,	1,10	10,21		9,28	54,82	48 animais
		14	alg.	polpa citrus,	1,23	10,93		8,89	54,0	(Angus x Brahman)
		30		far.alg., me-	1,40	11,45		8,18	53,98	2 anos idade
		46		laco e sal min.	0,88	10,42		11,84	51,12	31 dias exper. 360 kg iniciais
PATE (1981)	cana verde		20	milho, polpa	1,59*	8,81	2,53	5,50 *	57,9	32 animais
			39	oitrus, far. alg.	1,42	8,85	2,52	6,24	55,6	133 dias conf.
			58	melaco e	1,07	7,41	2,22	6,89	53,3	peso in. = 250 kg
			77	sal mineral	?	7,15	2,17	8,29	50,9	

* Ajustado para 55% de rendimento de carcaca

pressão (Tabela 2).

BURGI (1985) realizou experimento com bovinos confinados durante 84 dias, recebendo níveis crescentes de BAH (40 , 50 e 60%) da MS de rações completas, sendo que a testemunha recebeu 60% de BIN. As 4 rações completas continham 70% de volumoso (bagaco + cana verde picada) e 30% de concentrado. As rações 40 , 50 e 60 proporcionaram ganhos de peso significativamente superiores que a testemunha. No entanto, não houve efeito de níveis de BAH sobre o ganho de peso (Tabela 2).

2.3.4. Fatores limitantes

A análise de diversos trabalhos realizados com BAH denota que existem fatores limitantes que deprimem os resultados esperados.

Entre eles, pode-se citar a produção de compostos fenólicos e furfurais, aumento na taxa de passagem da digesta pelo rúmen e dificuldades na conservação do produto. Cada um destes itens será analisado a seguir.

2.3.4.1. Furfurais e compostos fenólicos

Segundo NEHMI (1974), CONN & STUMF (1975) e LEHNINGER (1976) verifica-se que os furfurais são aldeídos

derivados do furano, produzidos pela desidratação de açúcares por ácidos concentrados. Em soluções de ácidos minerais diluídos, os monossacarídeos são geralmente estáveis, mesmo sob aquecimento. Entretanto, quando aquecidos, em presença de ácidos minerais fortes, hexoses formam hidroximetilfurfural, e pentoses formam furfural.

Os furfurais condensam-se com fenóis resultando em produtos corados característicos que são usados frequentemente para análises colorimétricas dos açúcares.

Já os fenóis são derivados hidroxilados de carboidratos aromáticos, cujo hidroxil está diretamente preso ao núcleo benzênico. Sua representação pode ser $ArOH$, onde Ar é aril.

Uma das formas de se obter fenóis é pela hidrólise alcalina e catalítica de haletos de arilo ("Processo Dow" da Dow Chemical Company, 1928). Pelo fato do núcleo benzênico apresentar ligações muito rígidas, essa hidrólise só é conseguida em meio alcalino, à temperatura e pressão elevadas, ou seja, em autoclaves, utilizando-se sais cúpricos como catalizadores.

Uma das propriedades químicas dos fenóis é que podem reagir com cloretos ou anidridos de ácidos, sofrendo esterificação e resultando em ésteres chamados fenólicos que obedecem a fórmula geral $R-COO-Ar$.

Outra propriedade química dos fenóis é que

são bactericidas, possuindo grande emprego como antissépticos na medicina. A ação bactericida dos fenóis está fundamentada na propriedade que possuem de coagular as proteínas dos organismos das bactérias, matando-as. Entretanto, apresentam o inconveniente de serem tóxicos para o homem (8 a 15g de fenol comum é dose letal para adultos). Alguns exemplos de fenóis: creolina, cresóis, guaiacol, ácido salicílico, etc.

A terceira propriedade química dos fenóis é sua reação com aldeído fórmico, numa reação de condensação, resultando no baquelite (uma resina sintética), com separação de água (usa-se ácido sulfúrico como agente desidratante). O baquelite é um produto duro e insolúvel, utilizado como isolante elétrico (telefone, rádio, etc.).

Em praticamente todos os trabalhos feitos com tratamentos de vapor sob pressão, em palhas ou bagaço de cana, encontra-se referências a furfurais e fenóis.

Em um dos primeiros trabalhos, realizado em 1973 por CAMPBELL *et alii*, sobre o efeito do tratamento com vapor sob pressão na utilização de nutrientes do bagaço de cana, constatou-se que o tratamento com calor oxidativo produziu furfural, ácido fórmico e formaldeídos, com 10-15% de perdas na MS total. O aumento nos teores de compostos fenólicos após o tratamento talvez explique em parte porque o nível de ingestão de rações com bagaço tratado diminuiu após algum tempo de ingestão normal.

PATE (1982), ao utilizar níveis de 0 , 14, 30 e 46% de BAH, constatou ganhos de peso crescentes até o nível de 30% e um decréscimo brusco ao nível de 46%. Observou que o baixo desempenho animal em dietas com altos teores de BAH poderia estar relacionado com a presença de compostos fenólicos produzidos pelo processo de pressão e vapor, assim como pelo teor menor de Energia Digestível no BAH, além do efeito adverso do BAH sobre a digestibilidade da PB.

Sabe-se que os ácidos fenólicos (ferúlico, diferúlico e p-cumárico) constituem de 0,52 a 5,0% das paredes celulares em gramíneas, mas podem ser removidos com álcalis. A remoção sucessiva de grupos acetil com álcalis melhora a digestibilidade, mas não se sabe se é por ação das bases sobre os carboidratos ou pela remoção real dos grupos acetil. Presume-se que tanto os ácidos fenólicos quanto os grupos acetil estão ligados à hemicelulose. Os ácidos fenólicos podem ser determinados quantitativamente por vários métodos, entre eles o de cromatografia de gás-líquido (UDEN, 1984).

THEANDER *et alii* (1984), após uma análise das características físicas e químicas de resíduos fibrosos, afirmaram que, dependendo das condições do tratamento em autoclave, a lignina pode ser degradada pelo tratamento térmico e que ligações da lignina, principalmente aquelas ligadas a anéis aromáticos ou a

polissacarídeos, são clivadas por hidrólise ácida. A condensação dos resíduos de lignina, furfural ou hidroxi metilfurfural, também são possíveis de se formarem. Compostos fenólicos, principalmente ácido ferúlico e ácido cumárico, tem sido encontrados em ligações ésteres nas paredes celulares de gramíneas. Provavelmente estão ligados aos xilanos ou ainda a polímeros não-carboidratos da parede celular, tais como lignina e suberina.

WALKER (1984), em sua revisão sobre tratamentos físicos em materiais fibrosos, cita o trabalho realizado por Britton¹, que estudou os eventuais "inibidores de crescimento" produzidos na serragem quando tratada com vapor sob pressão. Os testes foram realizados com ratos. A exata natureza do inibidor não foi estabelecida, mas os testes indicaram que furfural não era o agente causador. Extração com 95% de etanol removeu o material que inibia a digestão "in vitro" da celulose pelos microorganismos do rúmen, como também os compostos que deprimiam o crescimento dos ratos. Pelo uso de espectro de absorção ultra-violeta (U.V.) foi possível detectar que

1 BRITTON, R. Removal of the growth inhibitors from acid and pressure hydrolyzed sawdust. J. Agric. and Food Chem. Easton, 26:759-763, 1978.

ratos tratados com a serragem auto-hidrolisada ou com o extrato a 95% de etanol estavam excretando na urina níveis relativamente altos de compostos fenólicos quando comparados com as testemunhas sob dieta já extraída pelo etanol. No entanto, não foi determinado se esses compostos absorventes de UV são os responsáveis pela depressão do crescimento observado.

Nas recomendações do Boletim Técnico da Copersucar, MAGNANI *et alii* (1985) observaram que o tratamento de auto-hidrólise não pode ser drástico a ponto de produzir, por reações secundárias, furfural e compostos fenólicos em quantidades suficientes para inibir a flora do rúmen. Testes mostraram a presença de furfural no bagaço hidrolisado por muito tempo. Os níveis de toxidez do furfural são pouco conhecidos. No entanto, para tempos de 5 minutos, e 17 kgf/cm² já se obtêm bons resultados de digestibilidade sem que ocorra grande formação de furfural (Tabela 1, p. 29).

VITTI *et alii* (1985), ao procederem à análise bromatológica do bagaço auto-hidrolisado, detectaram que houve um aumento na fração Extrato Etéreo com o aumento da pressão. Consideraram que isso ocorreu, provavelmente, devido à contaminação por substâncias não lipídicas, solúveis em éter, como compostos fenólicos. Esse fato é confirmado pelo aumento linear da concentração de compostos fenólicos com o aumento da pressão aplicada.

Teores de açúcares redutores também aumentaram linearmente com a pressão, indicando, portanto, que pode ter ocorrido quebras de ligações lignina e/ou sílica e carboidratos, ou de alguma outra fração, com a liberação de componentes mais solúveis e de radicais fenólicos (Tabela 1, p. 29).

Essa possível associação entre extrato etéreo e compostos fenólicos também foi observada por MARCOS (1985). Em experimento por ele realizado, constatou um aumento linear de extrato etéreo com o aumento do tempo de tratamento. Também atribuiu esse fato à uma possível contaminação da fração EE pelos compostos fenólicos derivados da decomposição da lignina durante o tratamento, devido ao solvente utilizado na análise. Lembrou ainda que os compostos fenólicos exercem efeitos negativos no consumo de MS, e até na digestibilidade "in vitro" da MS e pela inibição das proteases no rúmen. Isso revela que elevados teores de bagaço, mesmo tratado, limitam o consumo de MS.

2.3.4.2. Parâmetros ruminais

OJI *et alii* (1979), trabalhando com metabólitos do rúmen e taxa de passagem de palhada de milho auto-hidrolisada, observaram que houve um aumento na relação molar de acetato e butirato, como também na taxa de diluição no rúmen quando comparadas com material tratado com NaOH ou testemunha. O tempo de retenção de partículas

no rúmen também diminuiu. Geralmente uma maior taxa de passagem (ou maior taxa de diluição) aumenta a ingestão. No entanto, o menor tempo de retenção das partículas das palhas tratadas com vapor não resultou em correspondente maior ingestão de MS. Certos produtos da degradação do processo de vapor devem ter causado ingestão reduzida. Devido à maior taxa de passagem, a digestibilidade potencial pode não ter sido atingida; no entanto, digestão compensatória da fração fibrosa no pós-estômago deve ter ocorrido, aumentando a passagem de partículas pelo retículo-rúmen.

JOSHI *et alii* (1984) obtiveram resultados diferentes. O tratamento do bagaço com pressão de vapor resultou na produção de ácido acético pela clivagem dos grupos acetil dos polissacarídeos, causando a desintegração da fibra. A diminuição no tamanho das partículas do BAH contribuiu para maior ingestão de MS quando comparada aos níveis de ingestão do bagaço tratado com NaOH ou "in natura". A mais rápida taxa de passagem contribuiu para maior ingestão. A redução do tamanho das partículas pode ter melhorado a digestão da MD pela maior superfície disponível para ação bacteriana, contribuindo para maior digestibilidade "in vitro" e "in situ".

CASTRO (1989), utilizando seis fêmeas adultas fistuladas, pesquisou os parâmetros ruminais (digestibilidade "in vivo"; balanço de nitrogênio; produtos

de fermentação ruminal: AGV, N-NH₃ e pH; população de protozoários e cinética de passagem de fase líquida e sólida) em duas dietas: 1) 48,19% de BIN + 39,57% de milho + 12,24% de concentrado protéico e 2) 65,65% de BAH + 15,99% de milho + 19,36% de concentrado protéico.

Os resultados indicaram que a dieta de BAH proporcionou ao rúmen condições desfavoráveis à degradação de fibra, destacando-se o baixo nível de N-NH₃ e pH ruminal, elevada taxa de passagem de fase líquida e sólida e elevada população de protozoários (apenas *Spirotricha* foram encontrados).

O autor observou também, a partir de cálculos em função da digestibilidade "in vivo" e produção estimada de AGV, que a dieta de BAH proporcionou maior consumo de energia digestível que a dieta de BIN. Entretanto, a eficiência de utilização da dieta de BAH foi inferior, indicando que o BAH foi utilizado abaixo do seu potencial e que os resultados de desempenho obtidos com esta dieta são devidos principalmente ao elevado consumo e presença de carboidratos solúveis no BAH e não devido a maior utilização de sua fração fibrosa.

2.3.4.3. Conservação do bagaço

O BAH é considerado um material relativamente estável, provavelmente devido à acidez,

podendo ser armazenado em pilhas compactas e cobertas por lona plástica, na forma de um silo de superfície. No entanto, foi notado ataque de fungos na camada superficial da pilha (20 a 30 cm) e, durante todo o período de armazenamento, de 8 meses, a temperatura no seu interior permaneceu elevada, entre 40 e 50 °C, indicando algum tipo de atividade biológica (BURGI, 1985).

Outro experimento que observou alterações no BAH armazenado foi realizado por CONCEIÇÃO *et alii* (1986), visando detectar a digestibilidade do BAH quando recém-produzido e quando armazenado em silo de superfície por 8 meses. Os resultados mostraram que o BAH recém-produzido apresentou características melhores que o ensilado, indicando algum tipo de "deterioração" com o passar do tempo.

2.4. Conclusão da revisão de literatura

Pela literatura consultada pode-se concluir que o tratamento com vapor sob pressão é uma das formas mais eficientes de se melhorar as características do bagaço, pensando-se em termos de aplicação a nível de usinas. No entanto, a própria variabilidade das condições de tratamento do bagaço pode resultar em produtos completamente diferentes, em termos nutritivos, para alimentação de animais. Torna-se necessário, portanto,

padronizar este tratamento e controlar o pessoal que realiza essa tarefa nas usinas.

Concluiu-se ainda que a inclusão do BAH nas rações não deve ser superior a 30%, pois fatores ainda não conhecidos plenamente, como presença de compostos fenólicos e furfurais, estariam afetando a ingestão de MS. Outros fatores, como tamanho das partículas do bagaço auto-hidrolisado, velocidade de passagem e produção de AGV também estariam atuando.

Do ponto de vista econômico, a depender do custo de oportunidade, talvez seja questionável a utilização do BAH, ou mesmo outra forma de bagaço tratado, na alimentação animal, uma vez que, se se utilizasse a cana verde picada como único volumoso obter-se-ia resultados semelhantes ou até melhores que os apresentados na Tabela 2.

Não se pode esquecer, é claro, que a cana-de-açúcar apresenta certas restrições de uso devido aos baixos teores de proteína bruta e de minerais, especialmente fósforo e que o BAH é apenas um resíduo da cana, da qual já foi extraído o açúcar e álcool como produtos de alta rentabilidade. Portanto, tentando contornar as restrições apresentadas por cada um, procurou-se no presente trabalho, verificar o efeito do uso de proporções crescentes de BAH na dieta, em substituição à cana picada, sobre o desempenho de bovinos confinados.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local :

O presente trabalho foi desenvolvido no confinamento experimental do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ - USP), em Piracicaba, S.P., e teve a duração de 104 dias, de 30/09/86 a 12/01/87.

As instalações abrangiam 672 m² contendo 24 baias cercadas com arame liso, 28 m²/baia ou 9,3 m²/animal. O piso era totalmente concretado, os cochos cobertos e os bebedouros (caixas de cimento amianto com bóias) colocados de forma a serem utilizados um para cada 2 baias.

3.2. Animais

Foram usados 60 animais mestiços, de padrão genético variado, castrados, com aproximadamente 20 meses de idade e peso vivo inicial médio de 345 kg no início do período experimental. Os animais, ao chegarem à ESALQ,

foram vacinados contra aftosa (Coopervac - vacina anti-aftosa trivalente (O-A-C), produzida pela Coopers Brasil S.A., na dosagem de 5 ml/animal, via sub-cutânea) e deixados a pasto. Posteriormente, ao se iniciar o período de adaptação, foram vermifugados com Tetramisol (cloridrato de tetramisol, comercializado pela Tortuga Companhia Zootécnica Agrária, na dosagem de 1 ml para cada 20 kg de peso vivo, via sub-cutânea), numerados a ferro quente e pesados. Como os animais se encontravam depauperados foram novamente vermifugados com IVOMEC (ivermectin a 1% p/v, produzido pela Merk & Co., na dosagem de 1 ml para cada 50 kg de peso vivo, via sub-cutânea) quando da 2a. pesagem. Ao iniciar-se o período pré-experimental, os animais foram novamente vacinados contra aftosa, implantados com RALGRO (zeranol, 3 pellets por animal, sob a pele da base da orelha) e pesados. Alguns animais foram novamente castrados cirurgicamente pois havia suspeitas quanto à eficiência da castração com Burdizzo a que tinham sido submetidos anteriormente. Posteriormente foram separados em baias (3 animais/baia) conforme blocos e tratamentos.

3.3. Rações

Os tratamentos constituíram-se das seguintes rações em % da MS total fornecidas à vontade :

	BAH	cana	concentrado
T1	0%	50%	50%
T2	10%	40%	50%
T3	20%	30%	50%
T4	30%	20%	50%
T5	40%	10%	50%

O bagaço de cana foi tratado à pressão de vapor de 17 kgf/m² por 5 minutos, de acordo com o método preconizado por BURGI (1985), e armazenado em silos. A 1a. remessa foi oriunda da Usina Vale do Rosário (Orlândia, S.P.) e utilizada apenas no período de adaptação; as demais remessas foram provenientes da Usina Costa Pinto (Piracicaba, S.P.) e utilizadas nos demais períodos.

A cana de açúcar verde foi cedida pela Fazenda Areião, pertencente à ESALQ, cortada e picada diariamente.

O concentrado utilizado foi uma fórmula comercial preparada pela Rações Ceres, com sede em Piracicaba, S.P., contendo a seguinte composição :

50,0kg Farelo de Arroz
 200,0kg Farelo de Trigo
 102,5kg Farelo de Casca de Arroz
 82,5kg Farelo de Soja
 225,0kg Farelo de Algodão (40%)
 100,0kg Milho Moído
 50,0kg Rolão de Milho
 25,0kg Sorgo Moído
 10,0kg Caolín
 19,5kg Calcáreo Moído
 100,0kg Melão de Cana

* 20,0kg Uréia (20,0kg de Farelo de Trigo)

10,0kg Sal Moído

5,5kg Premix

1000,0kg

* A Uréia foi retirada do concentrado a partir do dia 03/12 para diminuir o teor de PB, sendo substituída pelo Farelo de Trigo.

A mineralização foi feita por adição de sal comum e complexo mineral já incluso no concentrado e também, através de cochos de sal instalados em cada baia de confinamento (consumo "ad libitum").

As quantidades de cada ingrediente da dieta foram calculadas em função das necessidades

nutricionais diárias de animais de corte em regime de engorda, conforme o NRC (1984), com um acréscimo de 10% para que houvesse sobras, indicando que houve consumo à vontade por parte dos animais. Em função da variação de peso e do consumo voluntário, as quantidades de alimento fornecidas foram ajustadas às necessidades, mantendo, no entanto, a relação proporcional dos ingredientes. Cada um dos 3 componentes da dieta, ou seja, BAH, cana e concentrado, foram amostrados antes do início do experimento e analisados no Laboratório de Bromatologia da ESALQ para se proceder ao cálculo das quantidades básicas necessárias em cada tratamento.

3.4. Delineamento Experimental

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados, de acordo com as recomendações de GOMES (1978), uma vez que havia grandes diferenças entre os pesos dos animais.

Após a pesagem do início do período pré-experimental, os animais foram separados em 4 blocos: leves, meio leves, médios e pesados. Dentro de cada bloco, os animais foram separados em grupos de 3, de forma que a soma de seus pesos se mantivesse semelhante aos demais grupos dentro de cada bloco. Procedeu-se então ao sorteio dos tratamentos.

A análise de variância seguiu o seguinte esquema :

CV	GL
Blocos	3
Tratamentos	4
Resíduos	12
Total	19

A análise estatística foi feita em computador com o programa SANEST/CIAGRI, utilizando-se regressão polinomial e teste de Tukey, segundo o método de GOMES (1978), para os níveis de tratamentos em cada uma das variáveis consideradas.

3.5. Condução do Experimento

O experimento foi conduzido em 4 fases:

- 1 - pasto : 52 dias (de 07/08/86 a 29/09/86)
- 2 - adaptação : 34 dias (de 30/09/86 a 02/11/86)
- 3 - pré-experimental: 14 dias (de 03/11/86 a 16/11/86)
- 4 - experimental : 56 dias (de 17/11/86 a 12/01/87)

3.5.1. Período de Adaptação

Durante a fase de adaptação, os animais receberam alimentação à base de feno de capim Rhodes, em fardos abertos, BAH e concentrado "ad libitum". Nesse período, o BAH foi fornecido em proporções crescentes (0 a 40% da MS da dieta) para gradativa adaptação dos animais ao mesmo.

Utilizou-se feno nesta fase porque, a princípio, este experimento foi idealizado para testar níveis de BAH em substituição ao feno, mas devido à dificuldade em homogeneizar o alimento e à falta de máquina apropriada para triturar o feno, optou-se por substituí-lo por cana verde - muito mais condizente com a realidade brasileira. Por conseguinte, na tentativa de se encontrar uma solução técnica, o período de adaptação teve duração além da desejada.

3.5.2. Período pré-experimental

Na fase pré-experimental, os animais foram separados e colocados em baias e passaram a receber a ração completa com cana verde picada no lugar de feno de Rhodes.

3.5.3. Período experimental

Durante o período experimental, a alimentação foi fornecida apenas uma vez ao dia, às 17 hs, uma vez que não havia disponibilidade de funcionários, sendo que todo o trabalho foi realizado por estagiários após o horário de aulas. O volumoso para cada baia foi pesado em balaies de vime enquanto que o concentrado em sacos de nailon, referentes a cada baia. A ração completa foi homogeneizada com gadanhos em cada cocho e as sobras retiradas e pesadas no dia seguinte, antes de se colocar a nova ração. Procurou-se fornecer um adicional de 10% do consumo reportado no dia anterior para garantir consumo à vontade aos animais.

3.6. Metodologia de coleta de dados

As pesagens dos animais deveriam ter sido feitas a cada 14 dias, mas devido às condições climáticas adversas, foram realizadas no início do período experimental e aos 13, 28, 41 e 56 dias de confinamento. Os animais antes das pesagens permaneceram em jejum absoluto por 14 hs. Este jejum consistiu no deslocamento dos animais para o curral auxiliar às 17 hs, lá permanecendo sem água e sem alimentos até o momento da pesagem no dia seguinte, realizada às 7 hs da manhã.

Realizou-se 3 amostragens das dietas completas e respectivas sobras, nos períodos inicial, intermediário e final, resultando em 30 amostras para posterior determinação de sua composição bromatológica. A amostragem foi feita após a homogeneização do alimento no cocho, sendo as amostras acomodadas em sacos plásticos, etiquetadas e guardadas no congelador por 2 meses aproximadamente, até o momento de se proceder à análise bromatológica.

No Laboratório de Bromatologia da ESALQ as amostras foram descongeladas ao ar livre, pesadas, secas em estufa e preparadas para determinação de matéria seca (MS). A partir daí, a MS dos alimentos foi analisada conforme as recomendações da AOAC (1975) em seus teores de proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), extrativo não nitrogenado (ENN), fibra em detergente neutro (NDF), fibra em detergente ácido (ADF), cinzas em NDF (ciNDF) e lignina (lig). Os teores de hemicelulose e celulose foram determinados por diferença.

3.7. Ocorrências

Devido à época do ano em que se realizou o experimento, ou seja, período de chuvas, foram obtidos junto ao Departamento de Física e Meteorologia da ESALQ

dados meteorológicos diários referentes à precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar e temperaturas ocorridas no período, a título de informação, uma vez que possam ter afetado os resultados do presente experimento.

Houve também incidência de laminite, diminuição do consumo e de ruminação em alguns animais, sendo diagnosticado por médico veterinário como acidose sub-clínica. Os animais em questão foram deixados em baias isoladas até se recuperarem; no entanto, o seu consumo diário foi reportado e considerado normalmente. Devido ao período de chuvas intensas, à constatação daquele quadro clínico e sabendo-se do alto teor de uréia no concentrado, decidiu-se pela sua substituição, em igual quantidade, por farelo de trigo. Isso foi possível uma vez que o concentrado era produzido e fornecido semanalmente pelo fabricante. Mesmo assim, constatou-se ocasionalmente alguns sacos com material embolorado, provavelmente devido à alta umidade do ambiente, o que pode ter causado também algum nível de intoxicação.

Outro fato que pode ter interferido negativamente é que o BAH armazenado também apresentou camadas emboloradas em sua superfície externa, além de em seu interior apresentar-se muito quente, indicando algum tipo de atividade microbiana com possível produção de toxinas.

Ainda devido às chuvas constantes, a

retirada do esterco das baías não pôde ser efetuada dentro dos prazos desejados, havendo grande acúmulo deste em certos períodos, o que deve ter incomodado bastante os animais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Composição média dos alimentos e das dietas utilizadas

A tabela 3 apresenta os resultados das análises bromatológicas dos alimentos utilizados no preparo das rações completas.

Comparando-se a análise bromatológica do presente experimento com as obtidas por outros autores, apresentadas na tabela 1 da revisão de literatura, verificou-se que no BAH o valor de PB foi ligeiramente superior quando comparado com os valores obtidos por BURGI (1985) e MAGNANI et alii (1985), e bastante semelhante aos obtidos por CONCEIÇÃO et alii (1986) e por PATE (1982). O teor de FB foi semelhante mas ligeiramente superior aos apresentados na tabela 1. O teor de EE foi próximo ao obtido por BURGI (1985), mas ambos bastante inferiores aos obtidos por MAGNANI et alii (1985) e por PATE (1982). O valor para MM apresentou-se intermediário aos obtidos pelos demais autores considerados, assim como o ADF. Já o NDF foi ligeiramente superior aos demais. O ADF

TABELA 3 - Analise bromatologica dos alimentos das dietas completas. (% na MS)

	MS (% na MO)	PB	FB	EE	NN	ENN	NDF	ADF	DUIV
Bagaco	44,44	2,04	36,07	0,48	3,48	57,93	61,80	60,32	55,39
Cana	31,26	2,45	33,13	2,01	7,69	54,72	71,21	45,89	
Concentrado com ureia	89,32	29,75	12,80	4,13	11,62	41,70	-	-	-
Concentrado c/f. trigo	89,14	23,95							

apresentou-se inferior ao NDF enquanto que no trabalho dos outros autores ocorreu o inverso, talvez porque para eles tenha havido formação de "artefatos" de lignina.

Já para a cana-de-açúcar os valores de PB e FB foram superiores e o de ENN inferior aos encontrados por BURGI (1985), indicando que a cana utilizada no presente experimento talvez se encontrasse em fase de maturação mais jovem em função da época do ano em que foi cortada. Os teores de MM foram elevados, indicando que houve algum tipo de contaminação com terra durante o transporte e manuseio da cana devido às chuvas. Esses valores também se situaram dentro dos parâmetros verificados na literatura (BOIN et alii, 1987 e LOVADINI et alii, 1967).

O concentrado apresentou teores elevados de MM devido à presença de sal comum e complexo mineral à ele adicionado, além de constar em sua composição o farelo de casca de arroz, o calcáreo e o caolim.

Utilizando-se os dados da tabela 3 e conhecendo-se as necessidades diárias de MS e PB de animais em fase de acabamento apresentadas no NRC (1984), efetuou-se o cálculo das quantidades dos ingredientes para compor as dietas, conforme apresentado na tabela 4. Foram efetuados ajustes para consumo à vontade mantendo-se, no entanto, as proporções relativas dos ingredientes para respeitar sua participação percentual na MS de cada dieta.

TABELA 4 - Cálculo das quantidades (1) dos ingredientes necessários para satisfazer as necessidades diárias de animais com 350 kg de peso em fase de acabamento. (2)

	% cana	kgMS	kgH ₂ O	kgPB na HS	%bag.	kgMS	kgH ₂ O	kgPB na HS	%conc.	kgMS	kgH ₂ O	kgPB na HS	kgPB total na HS
T1	50	5,15	16,47	0,12	0	-	-	-	50	5,15	5,76	1,53	1,65
T2	40	4,12	13,17	0,10	10	1,03	2,31	0,02	50	5,15	5,76	1,53	1,65
T3	30	3,09	9,88	0,07	20	2,06	4,63	0,04	50	5,15	5,76	1,53	1,64
T4	20	2,06	6,58	0,05	30	3,09	6,95	0,06	50	5,15	5,76	1,53	1,64
T5	10	1,03	3,29	0,02	40	4,12	9,27	0,08	50	5,15	5,76	1,53	1,63

(1) Baseado nos dados da Tabela 3

(2) NRC (1984):

- necessidades diárias para animais com 350kg: MS - 10,30 kg/cab/dia
(PB - 1,14 kg/cab/dia)

Com base nos dados apresentados nas tabelas 3 e 4 foi possível calcular a composição bromatológica estimada das dietas nos cinco tratamentos (tabela 5). Verificou-se que suas composições foram bastante semelhantes entre si, podendo-se afirmar que as dietas eram isoprotéicas e com apenas ligeiras diferenças nos teores de MS, ADF e NDF, sem contudo serem capazes de afetar o desempenho dos animais.

Essas dietas apresentaram elevados teores de PB, uma vez que se tratou de um confinamento com alta participação do concentrado (ao nível de 50% nas dietas), portanto, naturalmente ricas em proteína. Consequentemente, os teores de ADF e NDF, representativos da parte fibrosa dos alimentos, foram ligeiramente inferiores aos observados em outros trabalhos, visto que o volumoso participou em apenas 50% da dieta.

Conforme mencionado em "Material e Métodos", coletaram-se várias amostras tanto da dieta fornecida quanto das sobras para posterior análise bromatológica. No entanto, ao procedê-la, constataram-se teores muito baixos de proteína e valores desconexos para os demais itens analisados, tanto para as dietas como para as sobras, tornando-se impossível considerá-los no presente trabalho. Provavelmente tal fato ocorreu devido a erro nas amostragens ou a problemas na sua conservação dentro do congelador. As amostras foram tomadas

TABELA 5. Composicao bromatologica estimada das dietas completas. (1) (% na MS)

	MS (% na MO)	PB	FB	EE	MM	ENN	NDF	ADF
T1 (8% bag)	46,38	16,09	22,96	3,06	9,65	48,21	35,60	22,94
T2 (10% bag)	48,43	16,05	23,25	2,90	9,22	48,52	34,66	24,38
T3 (20% bag)	50,76	16,00	23,54	2,75	8,80	48,84	33,72	25,82
T4 (30% bag)	53,34	15,97	23,84	2,60	8,38	49,16	32,78	27,26
T5 (40% bag)	56,17	15,92	24,13	2,45	7,96	49,49	31,84	28,70

(1) Baseada nos dados da Tabela 3 e Tabela 4.

diretamente nos cochos dos animais, portanto sujeitas a falhas na homogenização já que os animais estavam se alimentando, alguns deles inclusive, apresentando apetite seletivo por certos ingredientes. Outro fato que pode ter contribuído para as alterações, principalmente quanto ao teor de proteína, foi de que o BAH era armazenado em silos e quando manuseado se achava muito quente e com característica ácida, indicando algum tipo de atividade microbiana. Por outro lado, a cana com seu elevado teor de açúcar, facilmente fermentecível, juntamente com o concentrado contendo 2% de uréia em sua composição, também facilmente perdível na forma amoniacal devido à elevada umidade, podem ter contribuído para as alterações na composição das dietas.

As amostras foram armazenadas em sacos plásticos, do tipo utilizado para lixo doméstico, os quais podem ter sido inadequados para a sua conservação por serem muito finos e facilmente perfuráveis com os pedaços maiores de cana. O ideal teria sido utilizar-se sacos plásticos mais resistentes, por exemplo, na espessura de 0,3mm. Estas amostras, mesmo tendo sido imediatamente armazenadas no congelador, podem ter sofrido uma fermentação indesejada, uma vez que foi observado que as mesmas levavam aproximadamente 2 hs para igualarem sua temperatura à do congelador, tempo suficiente para que tenha havido algum tipo de atividade:

4.2. Desempenho dos animais

4.2.1. Resultados gerais

A tabela 6 apresenta os resultados finais do desempenho animal para as diversas variáveis analisadas no presente experimento.

Verificou-se que o consumo de MS aumentou à medida que se elevou a participação do BAH na dieta até o nível de 40%, conforme o esperado, uma vez que o BAH apresenta uma velocidade de passagem pelo rúmen maior. No entanto, o ganho de peso aumentou até o nível de 10% e depois decresceu, indicando que apesar da maior ingestão de MS, esta não foi suficiente para suportar um maior ganho de peso, sugerindo até que tenha tido um efeito depressivo no desempenho animal. Consequentemente, a conversão alimentar ficou prejudicada, sendo melhor ao nível de 10% de BAH na dieta e se elevando para os demais níveis.

Os resultados do presente trabalho foram analisados no programa SANEST/CIAGRI e verificou-se que os valores de F (tabela 7) indicaram haver diferença significativa entre os tratamentos ao nível de 1% para todas as variáveis consideradas. Houve também diferenças significativas entre blocos, como era de se esperar, justificando assim o fato de ter-se adotado o delineamento

TABELA 6. Resultados finais do desempenho animal.

Medias por animal	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
Consumo total (kg MS)	535,42b	609,35ab	661,95a	680,50a	681,67a
Ganho de Peso (kg)	47,62b	63,55a	63,47a	60,45a	54,55ab
Conversao Alim. (kg MS/kg GPU)	11,29ab	9,59c	10,47bc	11,31ab	12,57a
Ganho diario de Peso (kg)	0,84b	1,13a	1,12a	1,07a	0,96ab
Consumo/dia (kg MS)	9,55b	10,87ab	11,81a	12,14a	12,16a
Pesos medios dos animais (kg)	369,52	375,07	379,37	374,70	373,80
Consumo % PV	2,59c	2,89bc	3,10ab	3,24a	3,25a
Pesos iniciais	345,7	343,3	347,6	344,5	346,5
Pesos finais	393,4	406,9	411,1	405,0	401,1

1. Medias seguidas por letras distintas na mesma linha, diferem entre si ao nivel de 5%.

TABELA 7: Resumo dos quadros de análise de variancia.

Causas da variacao	Valores de F					
	Consumo Total	Ganho de peso	Conversao Alimentar	Ganho de Peso Diario	Consumo Diario	Consumo Diario % do Peso Vivo
Tratamento	10,5793 **	10,8245 **	9,9637 **	10,4403 **	10,5833 **	14,6670 **
Bloco	7,9403 **	4,6059 *	10,1653 **	4,4206 *	7,9420 **	1,0483
Coef. de Variacao	6,047%	7,161%	6,363%	7,346%	6,050%	4,845%

* significativo ao nivel de 5 %

** significativo ao nivel de 1 %

estatístico de blocos ao acaso, visto que os animais diferiam bastante entre si, tanto em peso inicial (que foi o parâmetro usado para a separação dos animais), quanto no padrão racial, procedência, idade e condições corporais. Verificou-se que os dados analisados apresentaram um coeficiente de variação (CV) baixo, entre 4,8 e 7,3% , indicando uma boa precisão na coleta dos dados.

Pela regressão polinomial obteve-se equações para a estimativa do desempenho animal em função dos níveis de participação do BAH nas dietas (em % da MS), conforme apresentado na tabela 8. Apesar das equações fornecerem apenas estimativas do desempenho animal, elas apresentaram um coeficiente de determinação (R^2) bastante alto, mostrando qual a quantidade de pontos que se encontrava sobre a curva determinada pela equação, ou seja, o quão representativa dos fatos foi a equação e a respectiva curva.

Determinou-se pela derivação das equações as quantidades máximas de BAH ($X_{\text{máx}}$) correspondentes aos maiores valores possíveis de se obter em cada variável, indicando o ponto de inversão da curva.

Observou-se que para o consumo total, consumo diário e consumo % do PV, os valores de $X_{\text{máx}}$ foram bastante semelhantes, ou seja, 34,17 ; 34,15 e 37,17% de BAH, respectivamente, uma vez que um é derivado do outro. Isso indicou que, apesar de experimentalmente o maior

TABELA 8. Equações para a estimativa do desempenho animal em função dos níveis de BAH (x) nas dietas (em % da MS).

	equação	R^2	C.V.	X max.
Consumo Total (kg)	$\hat{Y} = 535,40 + 8,76x - 0,12x^2$	0,99*	6,047%	34,17%
Consumo/dia (kgMS)	$\hat{Y} = 9,55 + 0,15x - 0,0022x^2$	0,99*	6,050%	34,15%
Consumo diário % PU	$\hat{Y} = 2,58 + 0,035x - 0,00047x^2$	0,99*	4,845%	37,17%
Ganho de Peso (kg)	$\hat{Y} = 49,12 + 1,43x - 0,033x^2$	0,89**	7,161%	21,61%
Ganho de Peso Diário (kg)	$\hat{Y} = 0,87 + 0,025x - 0,00059x^2$	0,89**	7,346%	21,59%
Conversão Alimentar (kgMS/kgGPU)	$\hat{Y} = 11,03 - 0,12x + 0,0042x^2$	0,87**	6,363%	14,88%

consumo ter sido obtido no tratamento T5 (com 40% de BAH), a tendência foi de que esse consumo máximo se encontrasse entre 34 e 37% de BAH.

Para o ganho de peso total e ganho de peso diário os valores de $X_{\text{máx}}$ obtidos foram 21,61 e 21,59% de BAH, respectivamente, indicando que houve uma tendência de ter se obtido os maiores ganhos de peso com dietas contendo aproximadamente 21% de BAH em sua composição.

Com relação à conversão alimentar, o valor obtido para $X_{\text{máx}}$ foi de 14,88% de BAH, mostrando que, apesar de ter-se obtido valores em torno de 34% para consumo e de 21% para ganho de peso, o ponto de melhor conversão alimentar se situou próximo de 15%. Verificou-se ainda que esta apresentou uma curva descendente (com valor de "b" negativo), indicando que houve até certo ponto, um efeito positivo em se acrescentar BAH à dietas com cana, mas depois ele se tornou depressivo.

Observando-se as figuras 2, 3 e 4, referentes as curvas quadráticas obtidas para o consumo diário de MS, ganho de peso diário e conversão alimentar, verificou-se que, apesar da distribuição parabólica dos pontos ao longo da curva, muitos deles não diferiram entre si estatisticamente. Verificou-se, por exemplo, que para o consumo diário de MS, os tratamentos T2, T3, T4 e T5 foram semelhantes entre si, sendo que apenas o T1 foi estatisticamente inferior aos demais mas ainda próximo ao

Consumo por dia

$$Y = 9.55 + 0,15 \cdot X - 0,0022 \cdot X^2$$

Figura 2. Curva da regressão quadrática para consumo diário de MS (kg).

Figura 3. Curva da regressão quadrática para ganho de peso diário (kg)

Figura 4. Curva da regressão quadrática para conversão alimentar.

T2. Da mesma forma, para o ganho de peso diário, os tratamentos T2, T3, T4 e T5 não diferiram entre si estatisticamente, o que apenas ocorreu para o T1, que ainda foi semelhante ao T5. Já a conversão alimentar apresentou os tratamentos T2 e T3 como os melhores, não diferindo entre si. O T3 também foi estatisticamente semelhante ao T1 e ao T4, sendo que estes últimos não diferiram de T5.

No entanto, se na figura 3, referente a ganho diário de peso, se eliminasse o ponto T1 (0% BAH) e apenas se considerassem os pontos a partir de T2, a curva teria uma forma diferente, talvez mais próxima da realidade. Da mesma forma para a figura 4, referente a conversão alimentar, ao se ignorar o ponto T1 e se observar os pontos restantes, verifica-se que a curva (ou quase uma reta) poderia ser diferente da atualmente traçada.

Em termos práticos, o que iria contribuir para a utilização de uma ou outra dieta, seria o custo de cada ingrediente, uma vez que, dependendo do contexto econômico, poderia tornar uma determinada combinação de cana:bagaço a mais interessante, mesmo apresentando um ganho de peso ligeiramente mais baixo.

Para o tratamento T1, com 50% de cana verde picada na MS da dieta, os dados obtidos no presente trabalho foram inferiores aos obtidos por PATE (1981),

apresentados na tabela 2 da revisão de literatura. Verifica-se que o autor obteve para uma dieta com 58% de cana um ganho de peso diário (kg), ingestão de MS por dia (kg) e conversão alimentar (kg MS/kg GPV) de 1,07 ; 7,41 e 6,89 respectivamente, enquanto que os valores aqui obtidos foram 0,84 ; 10,29 e 11,29 respectivamente.

Observou-se, inclusive, que os dados desse autor, referentes ao desempenho animal, foram até superiores aos obtidos pelos outros pesquisadores consultados que trabalharam com dietas à base de BAH. Isso indica uma certa superioridade da cana às demais dietas, talvez por ser ela um produto na sua forma integral e original, enquanto que o BAH é um seu resíduo e, conseqüentemente, com características inferiores.

No entanto, no presente trabalho, a dieta com participação exclusiva da cana foi inferior nas diversas variáveis analisadas a todos os outros tratamentos com participação do BAH com exceção da conversão alimentar que foi melhor que a dos tratamentos T4 e T5.

Para os demais tratamentos, com níveis crescentes de BAH, percebeu-se que o ganho de peso diário para o tratamento T5 (com 40% de BAH) foi idêntico (0,960 kg) ao obtido por BURGI (1985), no entanto, o consumo diário de MS (kg), consumo % do PV e conversão alimentar (kg MS/kg GPV) obtidos pelo mesmo autor foram menores

(9,92 ; 2,76 e 10,33, respectivamente) que no presente experimento, indicando uma maior eficiência alimentar no confinamento daquele pesquisador. O maior consumo neste experimento talvez se deva ao fato dos animais não apresentarem boa homogeneidade ou, que foram estimulados pela maior participação do concentrado na dieta, ou ainda pelo período experimental ter sido bastante curto, no qual houve ganho de peso compensatório. Os demais tratamentos não puderam ser comparados com os do trabalho de BURGI (1985) uma vez que este autor trabalhou com níveis elevados de BAH (40 a 60% da MS), sendo que o volumoso constituiu-se em 70% da dieta, enquanto que no presente trabalho o volumoso participou em apenas 50% da dieta, com um nível máximo de BAH de 40%.

Já os dados obtidos por PATE (1982) são bastante semelhantes aos aqui obtidos, sendo apenas ligeiramente superiores para ganho de peso e ligeiramente inferiores para ingestão de alimentos e conversão alimentar. Ainda segundo o mesmo autor, o melhor tratamento foi com 30% de BAH na dieta, enquanto que o obtido no presente trabalho se achou entre 10 e 30% de BAH, a depender da variável considerada.

Em função das informações obtidas na revisão de literatura, percebeu-se que o BAH e a cana-de-açúcar apresentam características a nível de rúmen diferentes, quase que opostas. Enquanto que a cana é uma

fonte de fibras longas, tem grande tempo de retenção no rúmen, desenvolve um pH normal (6 a 7) e produz uma fermentação tipicamente acética, o BAH, pelas características de suas partículas, se apresenta com velocidade de passagem pelo rúmen elevada, desenvolve pH ácido (3 a 4), apesar de apresentar uma fermentação também predominantemente acética. Estas características podem se interagir, produzindo um meio diferente em cada dieta para as diferentes comunidades microbianas se desenvolverem. E é em função dessa eventual complementação ou mesmo inibição que os desempenhos animais poderão ser no futuro analisados e maximizados.

Segundo PATE (1982), existe algum composto no BAH que inibe ou diminui a degradação da proteína a nível de rúmen, diminuindo os níveis de $N-NH_3$.

CASTRO (1989), trabalhando com parâmetros ruminais em dietas à base de BAH, concluiu que este era utilizado abaixo do seu potencial, e que muito ainda pode ser feito através de manipulação da taxa de degradação da fibra do BAH no rúmen.

Segundo MATTOS & BOIN (1), a participação

(1) MATTOS, W.R.S. & BOIN, C. (Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" / USP, Piracicaba, SP) Comunicação pessoal, 1990.

do BAH, mesmo em pequenas quantidades, em dietas com cana, pode afetar a população protozoária, exercendo um efeito controlador, provavelmente devido à presença do furfural e dos compostos fenólicos. No entanto, mais pesquisas precisam ser desenvolvidas neste sentido.

4.2.2. Resultados por períodos

Na tabela 9 são apresentados os resultados parciais dos tratamentos em cada período (intervalo entre as pesagens dos animais) visando mostrar como foi a evolução de cada parâmetro com o desenrolar do experimento. As variáveis consumo de alimentos, ganho de peso e conversão alimentar serão discutidas a seguir.

Os períodos da fase experimental foram designados por P4, P5, P6 e P7 pois a coleta de dados já foi iniciada desde a fase de adaptação dos animais ao confinamento.

TABELA 9. Evolucao do desempenho animal nos periodos.

Periodos	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	Total	Media	GPU/dia
Cons/dia/an (kg MS)	9,75	10,05	8,93	9,42		9,55	
Cons. total (kg MS)	126,9	150,8	116,2	141,4	535,42		
T ₁ Ganho peso vivo (kg)	19,1	15,2	3,7	9,7	47,62		0,84
Conv. alim. (kgMS/kgGPU)	6,64	9,92	31,40	14,57	11,29		
Cons. % PU	2,67	2,64	2,33	2,39		2,59	
GPU/dia (kg)	1,46	1,01	0,28	0,64			
Cons/dia/an (kg MS)	11,05	11,35	10,15	10,87		10,87	
Cons. total (kg MS)	143,7	170,3	132,1	163,2	609,35		
T ₂ Ganho peso vivo (kg)	24,0	21,7	3,6	14,3	63,55		1,13
Conv. alim. (kgMS/kgGPU)	5,98	7,84	36,69	11,41	9,59		
Cons. % PU	3,00	2,91	2,59	2,66		2,89	
GPU/dia (kg)	1,84	1,44	0,27	0,95			
Cons/dia/an (kg MS)	11,54	12,41	11,05	12,11		11,81	
Cons. total (kg MS)	150,1	186,2	143,7	181,8	661,95		
T ₃ Ganho peso vivo (kg)	21,0	20,4	8,2	13,1	63,47		1,12
Conv. alim. (kgMS/kgGPU)	6,88	9,12	17,52	13,87	10,47		
Cons. % PU	3,11	3,17	2,76	2,93		3,10	
GPU/dia (kg)	1,67	1,36	0,63	0,87			
Cons/dia/an (kg MS)	11,84	12,73	11,25	12,60		12,14	
Cons. total (kg MS)	154,0	190,9	146,4	189,0	680,50		
T ₄ Ganho peso vivo (kg)	19,6	20,2	4,9	15,8	60,45		1,07
Conv. alim. (kgMS/kgGPU)	7,85	9,45	29,87	11,96	11,31		
Cons. % PU	3,26	3,31	2,90	3,11		3,24	
GPU/dia (kg)	1,50	1,34	0,37	1,05			
Cons/dia/an (kg MS)	12,10	12,86	11,02	12,51		12,16	
Cons. total (kg MS)	157,4	193,0	143,3	187,7	681,67		
T ₅ Ganho peso vivo (kg)	18,2	18,7	5,3	12,4	54,55		0,96
Conv. alim. (kgMS/kgGPU)	8,64	10,32	27,03	15,13	12,57		
Cons. % PU	3,31	3,35	2,83	3,11		3,25	
GPU/dia (kg)	1,40	1,24	0,40	0,82			

4.2.2.1. Consumo de alimentos

Observando-se os dados da tabela 9 e a figura 5 verificou-se que o consumo diário de MS comportou-se de forma semelhante nos 5 tratamentos, com uma queda brusca no período P6, provavelmente devido ao excesso de chuvas e ao transtorno metabólico observado (acidose sub-clínica) uma vez que a ração completa, inclusive o concentrado, era fornecida uma vez ao dia. No entanto, os níveis de consumo foram tais que poderiam ter garantido um ganho de peso em torno de 1,40 kg ao dia, segundo o NRC (1984), o que, porém, não aconteceu, pois a dieta teve excesso de PB e falta de NDT.

Com relação ao consumo diário em percentual do peso vivo (figura 6), ocorreu algo semelhante ao descrito anteriormente. No entanto, os tratamentos T1 e T2 diminuíram gradualmente o seu consumo relativo, já desde o início do experimento, enquanto que os demais tratamentos aumentaram o consumo relativo no período P5 para só então decrescer no período P6, quando ocorreram os transtornos.

Curiosamente, ao se fornecer as dietas aos animais observou-se um comportamento de apetite seletivo para certos alimentos e de individualidade entre os animais. Numa mesma baía pôde-se verificar que enquanto um animal apresentava avidez pelo bagaço, outro preferia a cana; isso antes de se acrescentar o concentrado.

Figura 5. Evolução do consumo diário de MS nos períodos.

Figura 6. Evolução do consumo diário em percentual do peso vivo nos períodos.

4.2.2.2. Ganho de peso

Conforme se verifica na figura 7, a taxa de ganho de peso diário começou relativamente alta, indicando eventualmente um ganho de peso compensatório, uma vez que alguns animais se encontravam em condições físicas não ideais no início do experimento. No entanto, este é um comportamento relativamente normal em confinamentos, onde os animais no início apresentam altas taxas de ganho de peso e estas vão decrescendo gradativamente até atingirem um patamar de equilíbrio devido à velocidade de crescimento diferenciado dos tecidos muscular, adiposo e ósseo (LUCHIARI FILHO, 1986).

Observou-se, mais uma vez, que no período P6 ocorreu algum problema prejudicando o desempenho animal, mas que houve uma tendência a se normalizar no período P7. Pela figura 8, onde se vê a evolução dos pesos dos animais nos períodos, verifica-se que essa queda não foi tão acentuada assim, indicando que houve apenas uma diminuição no ritmo de ganho de peso.

Também aqui se observou um comportamento individualizado para os ganhos de peso, sendo que em uma mesma baia, enquanto alguns animais ganhavam mais peso, outros ganhavam menos ou até perdiam peso. Isso se deveu provavelmente à dominância entre os animais, onde os mais fortes não deixavam o mais fraco se aproximar do cocho

Figura 7. Evolução do ganho de peso diário nos períodos.

Figura 8. Evolução dos pesos dos animais nos períodos.

para se alimentar, permitindo fazê-lo apenas quando aqueles já estivessem satisfeitos. Isso denota que talvez não houve uniformidade suficiente dos animais dentro das baias.

Houve uma tendência do tratamento T2 ter se comportado melhor, seguindo-se os tratamentos T3, T4, T5 e, por fim, o T1, indicando que, por menor que tenha sido a participação do BAH, este melhorou de alguma forma o desempenho animal.

4.2.2.3. Conversão alimentar

Na figura 9 está representada a evolução da conversão alimentar para cada tratamento durante o experimento. Como a conversão alimentar é o resultado do consumo de MS e do ganho de peso no respectivo período, quanto maior o consumo e menor o ganho de peso, maior a conversão, ou seja, pior, em termos de eficiência alimentar. Portanto, neste trabalho, verificou-se que a conversão alimentar foi aumentando até o período P6, para então diminuir um pouco no período P7. Uma vez que a menor conversão alimentar é sinônimo de maior eficiência e, eventualmente, maior lucro em termos econômicos, o tratamento T2 (com 10% de BAH na MS da dieta) poderia ser a melhor opção em termos práticos, para confinamentos comerciais.

Figura 9. Evolução da conversão alimentar nos períodos.

4.3. Dados meteorológicos

Conforme se pode verificar na tabela 10 e na figura 10, os períodos P5, P6 e P7 caracterizaram-se por elevada precipitação, apesar das temperaturas terem se mantido relativamente semelhantes, o que poderia explicar o comportamento depressivo no desempenho animal nestes períodos.

Embora não tenha havido uma relação direta dos níveis de precipitação com os de consumo de alimentos, ganho de peso e conversão alimentar, provavelmente houve um efeito cumulativo, uma vez que, além da própria chuva em si, as dificuldades de manuseio da cana e do BAH (com eventuais contaminações com lama) e a impossibilidade de retirada do esterco das baias contribuíram para uma diminuição do consumo e, conseqüentemente, do ganho de peso, resultando numa pior conversão alimentar.

Segundo PRESTON (1980), a estação chuvosa acarreta, sem qualquer dúvida, numerosas complicações. Observou que os desempenhos dos animais, recebendo a mesma ração básica, caíram de 850 g/dia a um pouco mais que o nível de manutenção. Afirmou que há problemas no transporte de cana, sem falar no acúmulo de lama e de esterco nos currais que perturbava os bovinos e aumentava os custos de limpeza.

Entretanto, deve-se considerar a

TABELA 10: Dados meteorológicos medios nos periodos.

Periodo	precipitacao total (mm)	precipitacao diaria (mm/dia)	Temper. max. oC	Temper. min. oC	Temper. media oC	U.R.%
P4 13 dias 17/11 a 29/11	47,8	3,67	33,1	19,1	26,1	67,1
P5 15 dias 30/11 a 14/12	148,8	9,92	29,6	19,7	24,6	83,2
P6 13 dias 15/12 a 27/12	127,2	9,78	28,6	19,2	23,9	84,4
P7 15 dias 28/12 a 11/01	191,6	12,7	31,6	18,9	25,2	77,1

Figura 10. Temperaturas máximas, médias e mínimas e precipitação pluviométrica durante o período experimental.

possibilidade de que esse decréscimo no desempenho animal não foi causado por problemas meteorológicos, mas sim por transtornos a nível de rúmen, quer seja pelas populações microbianas que se desenvolveram, pois a alimentação era feita uma vez ao dia, havendo provável consumo diferenciado de concentrado, quer seja pela presença de componentes tóxicos nas dietas, tanto no concentrado, quanto no BAH, uma vez que ambos se apresentaram ocasionalmente embolorados.

5. CONCLUSÃO

Dentro das condições experimentais, pôde-se concluir que:

1. Em dietas com teor de 50% de concentrado, o BAH pode entrar ao nível de 10 a 20% e a cana ao nível de 40 a 30% da MS total da dieta.

2. Pela regressão polinomial obteve-se equações de segundo grau com suas respectivas curvas na forma de parábolas para todas as variáveis analisadas. O $X_{\text{máx}}$ estimou que o maior consumo de MS se situou ao nível de 34% de BAH; o maior ganho de peso, ao nível de 21% de BAH; e a melhor conversão alimentar, com aproximadamente 15% de BAH na MS da dieta.

3. Dentro das proporções de cana e BAH utilizados, houve algum efeito mútuo de complementação até o nível de 20% de BAH e de inibição acima deste nível sobre a atividade ruminal, que deveria ser pesquisado em experimentos futuros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALA, A.L.; VITTI, D.M.S.S.; SILVA FILHO, J.C.;
AMBROSANO, E.J. Digestibilidade de silagens de bagaço
de cana. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 23a., Campo Grande,
1986. Anais, Campo Grande, SBZ, 1986a. p.152.

ABDALA, A.L.; VITTI, D.M.S.S.; SILVA FILHO, J.C.;
AMBROSANO, E.J. Tratamento do bagaço de cana para uso
na alimentação de ruminantes. In: REUNIÃO ANUAL DA
SBZ, 23a., Campo Grande, 1986. Anais, Campo Grande,
SBZ, 1986b, p.153.

ALLEONI, G.F. Efeito de diferentes suplementos no
desempenho de bovinos alimentados com dietas básicas de
cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). Piracicaba,
1988. 149 p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz"/ USP).

AOAC. Association of official analytical chemists.
Official methods of analysis. 12.ed. Washington, D.C.,
1975.

BOIN, C.; MATTOS, W.R.S.; D'ARCE, R.D. Cana-de-açúcar e seus subprodutos na alimentação de ruminantes. In: Cana-de-açúcar: Cultivo e Utilização. São Paulo, Fund. Cargill, 1987. 2: 805-856.

BURGI, R. Produção do bagaço de cana-de-açúcar auto-hidrolisado e avaliação do seu valor nutritivo para ruminantes. Piracicaba, 1985. 61p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" / USP)

BURGI, R. Utilização de resíduos agro-industriais na alimentação de ruminantes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGENS 86, Piracicaba, 1986. Anais. Piracicaba, FEALQ, 1986. p. 101-117.

CAIELLI, E.L. Engorda de novilhos com cana-de-açúcar, capim-elefante Napier e concentrados. B. Industr. Anim., Nova Odessa. 32(1):29-36, jan./jun.. 1975.

CAIELLI, E.L. & BRAUN, G. Determinação do valor nutritivo do bagaço de cana, cozido por explosão com vapor: medidas preliminares. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 23a., Campo Grande, 1986. Anais, Campo Grande, SBZ, 1986.

CAMPBELL, C.M.; WAYMAN, O.; STANLEY, R.W.; KAMSTRA, L.D.; OLBRICH, S.E.; HO-A, E.B.; NAKAYAMA, T.; KOHLER,

- G.O.; WALKER, H.G.; GRAHAM, R. Effects of pressure treatments of sugar cane bagasse upon nutrient utilization. In: AMERICAN SOC. OF AN. SCI., Proceedings, 1973, 24: 178-181.
- CASTRO, F.B. Avaliação do processo de digestão do bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.L.) auto-hidrolisado em bovinos. Piracicaba, 1989. 123 p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" / USP).
- COLEMAN, G.S. The role of rumen protozoa in the metabolism of ruminants given tropical feeds. *Irish Anim. Prod.*, Santo Domingo, 4(3):199-213, 1979.
- CONCEIÇÃO, M.N.; LACÔRTE, M.C.F.; BURGI, R.; BOSE, M.L.V. Determinação da digestibilidade do bagaço de cana-de-açúcar hidrolisado com carneiros. In: REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 23a., Campo Grande, 1986. Anais, Campo Grande, SBZ, 1986. p.156.
- CONN, E.E. & STUMPF, P.K. ed. Carboidratos. In: *Introdução à Bioquímica*. 3a. São Paulo, Edgard Blucher Ltda., 1975. cap.2, p.31-32.
- D'ARCE, R.D.; MACHADO, P.F.; MATTOS, W.R.S.; CASTRO, F.B.; COUTINHO, L.L.; D'ARCE, R.J.M. Avaliação do valor

nutritivo de bagaço de cana-de-açúcar tratado biologicamente. *Revista da Agricultura*, Piracicaba, 60(1):17-24, junho/1985.

GOHL, B. Tropical feeds: feed information summaries and nutritive values. Rome, FAO, 1981.

GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 8. ed. Piracicaba, ESALQ, 1978. 430p.

GOODING, E.G.B. Efecto de la calidad de la caña sobre su valor como alimento para bovinos. *Prod. Anim. Ind.*, Santo Domingo, 2(2):76-97, 1982.

GOODRICH, R.D. & MEISKE, J.C. Methods for improving the interpretation of experimental feedlot trials. *J. An. Sci.*, Albany, 33(4): 885-890, 1971.

JOSHI, A.L.; RANGNEKAR, D.V.; BADVE, V.C.; WAGHMARE, B.S. Utilization of bagasse treated with steam and sodium hydroxide by crossbred calves. *Indian J. An. Sci.*, New Delhi, 54(2):149-152, Feb./1984.

KLOPFENSTEIN, T.J.; BARTLING, R.R.; WOODS, W.R. Treatments for increasing roughage digestion. *Apud J. An. Sci.*, Albany. (26):1492, 1967 (Resumo).

KLOPFENSTEIN, T.J. & BOLSEN, K.K. High temperature pressure treated crop residues. Apud *J. Agr. Sci.*, Albany. (33):290, 1971 (Resumo).

KLOPFENSTEIN, T.J.; GRAHAM, R.P.; WALKER JR., H.G.; KOHLER, G.O. Chemicals with pressure treated cobs. Apud *J. Agr. Sci.*, Albany. (39):243, 1974 (Resumo).

LEHNINGER, A.L., ed. Açúcares, polissacarídeos de reserva e paredes celulares. In: *Biogímica*, 2a.ed., São Paulo, ed. Edgard Blucher Ltda., 1976. vol.1, cap.10, p.169-189.

LENG, R.A. & PRESTON, T.R. Sugar cane for cattle production : present constraints, perspectives and research priorities. *Trop. Anim. Prod.*, Santo Domingo, 1(1):1-22, 1976.

LOVADINI, L.A.C.; MORAES, C.L.; PARANHOS, S.B. Levantamento sobre a composição química bromatológica de 39 variedades de cana-de-açúcar. *Anais. ESALQ/USP*, 24:189-198, 1967.

LUCHIARI FILHO, A. Carcass evaluation and comparisons of zebu (Nelore) and European-Nelore crossbred type cattle produced in Brazil. Kansas, 1981. 89 p. (Mestrado - Kansas State University).

MAGNANI, J.L.; CAMPANARI NETO, J.; VALLEZZI FILHO, A.;
ROSSEIL, C.E.V. Auto-hidrólise do bagaço (BPH) visando
preparo de rações para bovinos. Parte 1 - O processo.
Boletim Técnico, COPERSUCAR, São Paulo. (32):58-60,
1985.

MARCOS, A.C.M. Bagaço de cana-de-açúcar tratado com vapor,
na alimentação de bovinos e de bubalinos. *Comm. Cient.
Eac. Med. Vet. Zootec.*, USP, São Paulo, 2(2):151-160,
1985.

MOREIRA, H.A. Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos.
Inf. Agropec., Belo Horizonte, 2(108):14-16, Dez/1983.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Committee on Animal Nutrition.
Nutrient requirements of beef cattle. 6.ed. Washington,
1984.

NEHMI, V.A. Fenóis. In: *Química Orgânica*, 16. ed. São
Paulo, Inst. Nac. do Livro, 1974. vol. unif. (I e II),
cap.14, p.199-205.

OJI, U.I.; MOWAT, D.N.; BUCHANAN-SMITH, J.G. Nutritive
value of thermoammoniated and steam-treated maize
stover. II. Rumen metabolites and rate of passage.
Anim. Feed Sci. and Tech., Amsterdam. 4:187-197, 1979.

PACOLA, L.J.; BOIN, C.; MATTOS, J.C.A.; CAIELLI, E.L.

Cana-de-açúcar e bagaço de cana na engorda de bovinos.

. B. Indústria Anim., Nova Odessa. 43(1):1-6, jan./jun..
1986.

PATE, F.M. Fresh chopped sugarcane in growing finishing
steers diet. J. An. Sci., Albany. 53(4):881-888, 1981.

PATE, F.M. Value of treating bagasse with steam under
pressure for cattle feed. Trop. Agric., Trinidad.
52(4):293-297, out./1982.

PEIXOTO, A.M. A cana-de-açúcar como recurso forrageiro.

In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGENS 86, Piracicaba,
1986. Anais. Piracicaba, FEALQ, 1986. pg.17-47.

PRESTON, T.R. A cana-de-açúcar na alimentação diária dos
bovinos. Revista dos criadores, São Paulo, p.49-54,
julho/1980.

PRESTON, T.R. & LENG, R.A. Utilization of tropical feeds
by ruminants. In: RUCKEBUSCH, Y. & THIVEND, P.
Digestive physiology and metabolism in ruminants.
Connecticut, AVI Publ. Comp., 1980. cap.30, p.621-640.

RANGNEKAR, D.V.; BADVE, V.C.; KHARAT, S.T.; SOBALE, B.N.;

- JOSHI, A.L. Effect of high-pressure steam treatment on chemical composition and digestibility in vitro of roughages. *Anim. Feed Sci. and Tech.*, Amsterdam. (7):61-70, 1982.
- ROCHA, J.C.; GARCIA, J.A.; CAMPOS, J.; FONTES, C.A.A.; CASTRO, A.C.G. Cama de galinheiro em mistura com milho desintegrado, como suplemento da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) para bovinos em confinamento. *Rev. Ceres*, Viçosa, 20(111):381-398, 1973.
- THEANDER, O. & AMAN, P. Anatomical and chemical characteristics. In: SUNDSTOL, F. & OWEN, E. *Straw and other fibrous by-products as feed*. Amsterdam, ed. Elsevier, 1984. pg.45-78.
- UDEN, P. Laboratory methods for evaluating the nutritive value of untreated and treated fibrous by-products. In: SUNDSTOL, F. & OWEN, E. *Straw and other fibrous by-products as feed*. ed. Elsevier, 1984. pg.533-557.
- VALDEZ, R.E.; ALVAREZ, F.J.; FERREIRO, H.M.; GUERRA, F.; LÓPEZ, J.; PRIEGO, A.; BLACKBURN, T.H.; LENG, R.A.; PRESTON, T.R. Rumen function in cattle given sugar

cane. *Trop. Anim. Prod.*, Santo Domingo, 2(3):260-272, 1977.

VILLARES, J.B. Aproveitamento do bagaço de cana tratado na alimentação de bovinos e bubalinos. *Comun. Cient. Eac. Med. Vet. Zootec.*, USP, São Paulo. 2(2):143-150, 1985.

VITTI, D.M.S.S.; ABDALLA, A.L.; LOBÃO, A.O.; SILVA FILHO, J.C. Tratamento químico, físico e biológico do bagaço de cana-de-açúcar. *Comun. Cient. Eac. Med. Vet. Zootec.*, USP, São Paulo, 2(2):139-142, 1985.

WALKER, H.G. Steam treatment. In: SUNDSTOL, F. & OWEN, E. *Straw and other fibrous by-products as feed*. Amsterdam, ed. Elsevier, 1984. p.92-99.

APÊNDICE

Apêndice 1: Resultados das Análises Bromatológicas (% MS) nas dietas completas

	MS	PB	FB	EE	cinzas	ENN	ADF	NDF	cinza insol. em NDF	lignina	hemi-celulose	celulose
DI - T1	33,09	4,42	25,87	2,03	3,96	63,72	35,53	57,58	1,40	7,03	22,85	27,10
DI - T2	37,55	4,18	28,15	2,61	4,81	60,25	35,73	58,53	1,75	7,15	22,80	26,83
DI - T3	39,40	4,07	29,45	2,65	5,45	58,38	38,94	60,81	2,46	8,21	21,87	28,27
DI - T4	58,49	2,94	29,45	3,72	17,20	46,69	49,17	64,20	11,38	6,85	15,03	30,94
DI - T5	62,55	2,79	27,32	3,77	23,79	41,73	53,62	60,48	14,90	7,44	6,86	31,28
DH - T1	47,74	8,42	27,83	3,94	8,38	51,43	40,25	59,41	2,27	7,47	19,16	30,51
DH - T2	43,34	5,54	31,30	3,04	5,42	54,70	42,75	68,36	2,07	7,98	25,61	32,70
DH - T3	39,96	5,50	30,01	4,19	9,52	51,78	46,40	64,35	6,02	7,94	17,95	32,44
DH - T4	41,67	5,52	28,24	3,92	16,11	46,21	50,13	63,22	12,55	7,83	13,09	29,75
DH - T5	45,75	5,21	31,62	3,79	13,06	46,32	51,46	65,17	8,82	8,49	13,71	34,15
DF - T1	42,85	9,62	17,28	2,50	6,51	64,09	25,99	41,73	1,42	4,72	15,74	19,85
DF - T2	40,65	8,15	18,51	3,03	6,40	63,91	27,53	47,74	1,48	6,05	20,21	20,00
DF - T3	46,69	8,56	19,82	3,46	7,41	60,75	30,49	49,25	2,65	5,51	18,76	22,33
DF - T4	48,29	8,83	20,50	3,19	8,32	59,16	33,29	47,51	4,05	6,05	14,22	23,19
DF - T5	52,77	10,00	20,04	3,38	9,52	56,46	35,24	54,23	4,57	5,86	18,99	24,81

Apêndice 2: Resultados das Análises Bromatológicas (%MS) nas sobras

	MS	PB	FB	EE	cinzas	ENN	ADF	NDF	cinza insol. em NDF	lignina	hemi-celulose	celulose
SI - I1	36,29	9,52	20,42	2,92	5,54	62,60	26,95	47,00	1,20	5,83	30,05	19,92
SI - I2	34,16	9,55	27,36	1,91	7,02	54,16	36,00	60,47	1,71	6,54	24,47	27,75
SI - I3	41,02	10,82	22,47	2,81	6,94	56,96	29,18	46,82	1,38	5,82	17,64	21,98
SI - I4	41,13	7,33	25,63	3,31	7,30	56,43	36,74	53,14	2,18	6,96	16,40	27,60
SI - I5	47,64	10,19	25,12	4,05	8,04	52,60	37,62	52,89	3,12	7,02	15,27	27,48
SN - I1	38,15	11,54	21,06	2,64	20,93	43,83	42,29	61,91	15,72	5,22	19,62	21,35
SN - I2	45,61	11,42	23,23	2,96	20,09	42,30	43,93	65,48	13,47	5,69	21,55	24,77
SN - I3	47,38	9,73	26,38	3,02	21,10	39,77	47,14	65,92	14,64	6,15	18,78	26,35
SN - I4	48,00	10,28	27,11	3,81	20,69	38,11	55,56	66,17	16,57	7,13	18,61	31,86
SN - I5	50,26	9,79	26,75	3,99	18,19	41,28	52,52	63,17	15,41	8,01	10,65	29,10
SF - I1	60,95	6,80	29,94	2,41	7,20	53,65	40,43	64,38	1,70	7,03	23,95	31,70
SF - I2	50,54	6,35	30,32	1,97	7,20	54,16	40,44	64,47	1,91	8,68	24,03	29,85
SF - I3	57,46	5,34	29,69	2,26	14,08	48,63	48,24	65,55	7,13	8,25	17,31	32,66
SF - I4	56,98	4,88	27,36	2,31	12,33	53,12	44,89	59,47	6,13	8,33	14,58	30,43
SF - I5	57,25	5,92	24,23	3,12	24,06	42,67	52,18	59,61	14,19	7,64	7,43	30,35

Apendice 3: Consumo total de MS nos periodos. (kg)

	Periodos	P4	P5	P6	P7	Total
T1	Bloco 1	121,8	146,9	109,4	133,1	511,2
	Bloco 2	128,0	152,1	122,5	146,6	549,2
	Bloco 3	123,6	151,2	121,0	143,0	538,8
	Bloco 4	134,3	153,0	112,0	143,2	542,5
T2	Bloco 1	137,7	162,4	128,2	154,1	582,4
	Bloco 2	135,1	163,6	134,9	149,9	583,5
	Bloco 3	139,3	165,6	118,5	153,8	577,2
	Bloco 4	162,8	189,7	146,8	195,0	694,3
T3	Bloco 1	142,3	170,9	132,9	162,5	608,6
	Bloco 2	131,8	173,8	127,2	166,8	599,6
	Bloco 3	148,8	180,8	144,2	182,0	655,8
	Bloco 4	177,8	219,4	170,7	215,9	783,8
T4	Bloco 1	144,2	169,7	138,8	175,0	627,7
	Bloco 2	159,2	200,3	154,1	194,7	708,3
	Bloco 3	148,8	188,1	138,6	185,4	660,9
	Bloco 4	164,0	205,8	154,1	201,2	725,1
T5	Bloco 1	145,2	183,4	141,9	174,0	644,5
	Bloco 2	144,8	177,1	120,4	171,0	613,3
	Bloco 3	160,5	191,3	146,6	197,6	696,0
	Bloco 4	179,3	220,5	164,6	208,5	772,9

Apendice 4: Consumo diario de MS nos periodos (kg)

	Periodos	P4	P5	P6	P7	Periodo Total
T1	Bloco 1	9,36	9,79	8,41	8,87	9,12
	Bloco 2	9,84	10,14	9,42	9,77	9,80
	Bloco 3	9,50	10,08	9,30	9,53	9,62
	Bloco 4	10,33	10,20	8,61	9,54	9,68
T2	Bloco 1	10,59	10,82	9,86	10,27	10,40
	Bloco 2	10,39	10,90	10,37	9,99	10,41
	Bloco 3	10,71	11,04	9,11	10,25	10,30
	Bloco 4	12,52	12,64	11,29	13,00	12,39
T3	Bloco 1	10,94	11,39	10,22	10,83	10,86
	Bloco 2	10,13	11,58	9,78	11,12	10,70
	Bloco 3	11,44	12,05	11,09	12,13	11,71
	Bloco 4	13,67	14,62	13,13	14,39	13,99
T4	Bloco 1	11,09	11,31	10,67	11,66	11,20
	Bloco 2	12,24	13,35	11,85	12,98	12,64
	Bloco 3	11,44	12,54	10,66	12,36	11,80
	Bloco 4	12,61	13,72	11,85	13,41	12,94
T5	Bloco 1	11,16	12,22	10,91	11,60	11,50
	Bloco 2	11,13	11,80	9,26	11,40	10,95
	Bloco 3	12,34	12,75	11,27	13,17	12,42
	Bloco 4	13,79	14,70	12,66	13,90	13,80

Apêndice . Pesagens individuais dos animais (kg)

Tratamentos	Blocos	N. dos animais	P1 30/09/86	P2 14/10/86	P3 03/11/86 pre-exper.	P4 15/11/86 exper.	P5 01/12/86	P6 15/12/86	P7 28/12/86	P8 12/01/87	Ganho total
I ₁	I	9	285	282	307	321	339	353	346	361	40
		10	285	288	305	324	342	370	371	376	52
		20	292	279	276	295	326	336	338	355	60
	II	7	310	297	312	339	350	371	369	384	45
		32	292	306	325	343	357	374	386	400	57
		35	307	308	321	345	355	379	380	392	47
	III	21	309	302	328	336	366	370	372	386	50
		22	332	325	338	373	388	405	412	426	53
		24	305	310	337	343	370	373	384	382	39
	IV	15	313	315	340	352	377	383	384	386	34
		43	346	362	377	400	411	431	430	444	44
		48	338	333	360	378	397	416	428	429	51
I ₂	I	13	285	286	306	328	351	370	368	395	67
		17	266	253	282	288	312	328	324	342	54
		54	296	280	303	314	333	368	365	379	65
	II	27	302	300	320	321	350	364	370	385	64
		49	300	301	322	342	365	394	400	405	63
		59	314	307	320	344	365	387	392	416	72
	III	4	298	306	330	340	378	396	404	411	71
		12	295	297	329	351	379	402	392	419	68
		52	319	312	338	350	366	373	378	386	36
	IV	11	304	308	354	369	401	431	439	448	79
		39	349	350	366	392	403	426	427	436	44
		37	330	327	354	381	411	430	453	461	80

(cont.)

Apêndice . Pesagens individuais dos animais (kg) - (continuação)

I ₃	I	31	289	291	303	327	338	364	367	381	54
		51	278	286	307	324	344	368	382	402	78
		57	258	251	279	291	314	337	344	362	71
	II	14	291	286	315	332	354	373	380	405	73
III		53	294	288	324	341	362	389	390	403	62
		55	292	290	332	328	355	370	374	379	51
		38	312	318	338	362	395	414	431	443	81
	IV	44	306	303	337	350	364	381	375	399	35
I ₄		23	335	340	349	387	412	427	448	450	63
		25	345	327	366	386	407	434	446	457	71
		41	332	347	374	396	421	450	461	470	74
	I	34	278	287	311	321	337	350	348	367	46
II		58	246	242	268	282	303	326	338	358	76
		60	280	270	306	317	339	353	362	385	68
		6	286	292	314	344	353	381	376	404	60
	III	18	302	300	321	332	353	377	382	392	60
III		40	292	280	321	334	365	380	390	410	76
		2	315	307	340	353	370	393	396	413	60
		5	304	303	336	363	370	393	405	408	45
	IV	50	291	302	326	334	354	374	384	387	53
I ₅		30	323	305	332	362	392	406	415	421	59
		42	316	320	358	372	396	418	422	442	70
		47	-	386	404	420	439	460	452	473	53
	I	28	291	288	306	324	350	372	379	392	68
II		45	270	277	286	322	333	355	357	371	49
		56	270	264	286	294	315	332	334	343	49
		1	290	294	322	342	361	388	384	399	57
	III	36	304	300	317	335	353	380	386	394	46
III		46	320	300	320	339	350	373	385	394	55
		8	320	312	339	352	359	383	385	387	35
		16	308	318	334	356	371	395	404	420	64
	IV	19	300	303	328	343	360	370	376	385	42
IV		3	339	338	372	388	410	419	423	446	58
		25	323	314	352	380	404	425	427	440	60
		33	340	350	363	384	403	430	442	456	72

1. Referente aos 56 dias do período experimental.

Apendice 6: Ganho de peso nos periodos (kg).

	Periodos	P4	P5	P6	P7	Periodo Total
T1	Bloco 1	22,3	17,4	(-1,4)	12,4	50,7
	Bloco 2	11,7	20,6	3,7	13,7	49,7
	Bloco 3	24,0	8,0	8,4	7,0	47,4
	Bloco 4	18,4	15,0	4,0	5,6	43,0
T2	Bloco 1	22,0	23,3	(-3,0)	19,7	62,0
	Bloco 2	24,4	21,6	5,7	14,7	66,4
	Bloco 3	25,3	18,0	1,0	14,0	58,3
	Bloco 4	24,4	24,0	10,6	8,7	67,7
T3	Bloco 1	18,0	24,3	8,0	17,3	67,6
	Bloco 2	23,4	20,3	4,0	14,3	62,0
	Bloco 3	22,0	13,3	6,4	13,3	55,0
	Bloco 4	23,7	23,7	14,6	7,4	69,4
T4	Bloco 1	19,4	17,0	6,3	20,7	63,4
	Bloco 2	20,0	22,7	3,3	19,4	65,4
	Bloco 3	14,6	22,0	8,4	7,6	52,6
	Bloco 4	24,4	19,0	1,6	15,7	60,7
T5	Bloco 1	20,0	19,7	3,6	12,0	55,3
	Bloco 2	16,0	19,0	5,7	12,0	52,7
	Bloco 3	13,0	19,3	5,7	9,0	47,0
	Bloco 4	23,6	17,0	6,0	16,7	63,3

Apendice 7: Conversao alimentar nos periodos (kg MS/kgGPV)

	Periodos	P4	P5	P6	P7	Periodo Total
T1	Bloco 1	5,46	8,44	(-)	10,73	10,08
	Bloco 2	10,94	7,38	33,10	10,70	11,05
	Bloco 3	5,15	18,90	14,40	20,42	11,36
	Bloco 4	7,29	10,20	28,00	25,57	12,61
T2	Bloco 1	6,25	6,96	(-)	7,82	9,39
	Bloco 2	5,53	7,57	23,66	10,19	8,78
	Bloco 3	5,50	9,20	118,50	10,98	9,90
	Bloco 4	6,67	7,90	13,84	22,41	10,25
T3	Bloco 1	7,90	7,03	16,61	9,39	9,00
	Bloco 2	5,63	8,56	31,80	11,66	9,67
	Bloco 3	6,76	13,59	22,53	13,68	11,92
	Bloco 4	7,50	9,25	11,69	29,17	11,29
T4	Bloco 1	7,43	9,98	22,03	8,45	9,90
	Bloco 2	7,96	8,82	46,69	10,03	10,83
	Bloco 3	10,19	8,55	16,50	24,39	12,56
	Bloco 4	6,72	10,83	96,31	12,81	11,94
T5	Bloco 1	7,26	9,30	39,41	14,50	11,65
	Bloco 2	9,05	9,32	21,12	14,25	11,63
	Bloco 3	12,34	9,91	25,71	21,95	14,80
	Bloco 4	7,59	12,97	27,43	12,48	12,21

Apendice 8: Consumo diario de MS/100 kg de peso vivo nos periodos (%).

	Periodos	P4	P5	P6	P7	Periodo Total
T1	Bloco 1	2,79	2,77	2,39	2,43	2,69
	Bloco 2	2,77	2,71	2,49	2,49	2,67
	Bloco 3	2,54	2,63	2,37	2,39	2,57
	Bloco 4	2,61	2,48	2,07	2,27	2,43
T2	Bloco 1	3,18	3,04	2,80	2,76	3,04
	Bloco 2	2,88	2,86	2,67	2,48	2,82
	Bloco 3	2,87	2,83	2,32	2,53	2,73
	Bloco 4	3,09	2,94	2,57	2,90	2,99
T3	Bloco 1	3,29	3,19	2,80	2,84	3,12
	Bloco 2	2,83	3,07	2,56	2,81	2,93
	Bloco 3	3,05	3,18	2,80	2,97	3,08
	Bloco 4	3,30	3,34	2,91	3,13	3,29
T4	Bloco 1	3,40	3,29	3,05	3,15	3,31
	Bloco 2	3,43	3,52	3,10	3,22	3,42
	Bloco 3	3,14	3,24	2,69	3,07	3,13
	Bloco 4	3,08	3,20	2,76	3,01	3,12
T5	Bloco 1	3,35	3,46	3,06	3,15	3,38
	Bloco 2	3,14	3,16	2,44	2,91	3,00
	Bloco 3	3,39	3,33	2,90	3,31	3,32
	Bloco 4	3,38	3,46	2,94	3,10	3,32

Apendice 9: Datos meteorologicos diarios (1986/1987).

DIA	MES	PRECIP mm/alt	U.R. %	MAX oC	TEMPERATURA MED oC	MIN oC
17.	nov	0.0	53.3	32.9	25.45	18.0
18.	nov	0.0	56.7	34.3	25.85	17.4
19.	nov	0.0	62.5	34.7	26.35	18.0
20.	nov	0.0	-	35.2	27.00	18.8
21.	nov	0.0	60.1	33.6	26.60	19.6
22.	nov	0.0	49.8	36.3	27.25	18.2
23.	nov	0.0	65.2	36.4	27.80	19.2
24.	nov	0.0	74.4	28.6	23.95	19.3
25.	nov	8.4	67.5	34.0	26.20	18.4
26.	nov	0.6	66.7	34.1	26.55	19.0
27.	nov	6.9	87.8	29.3	25.15	21.0
28.	nov	1.9	70.6	32.0	26.60	21.2
29.	nov	30.0	90.8	29.5	25.35	21.2
30.	nov	9.1	91.6	27.4	23.25	19.1
01.	dez	20.7	92.2	27.6	23.90	20.2
02.	dez	22.1	88.4	29.2	24.00	20.4
03.	dez	26.8	91.5	28.2	24.10	20.0
04.	dez	4.4	87.4	29.9	24.85	19.8
05.	dez	0.0	77.6	33.3	26.90	20.5
06.	dez	3.5	81.7	32.6	26.30	20.0
07.	dez	32.1	85.1	30.4	25.00	19.6
08.	dez	13.1	88.0	27.0	22.00	18.6
09.	dez	6.5	89.5	24.2	21.60	19.0
10.	dez	0.0	72.8	30.7	24.70	18.7
11.	dez	0.0	67.0	32.7	26.45	20.2
12.	dez	0.0	74.2	31.8	25.85	19.9
13.	dez	2.4	77.4	28.2	25.20	20.2
14.	dez	8.1	84.4	29.7	25.85	20.4
15.	dez	9.2	87.8	29.5	25.15	20.8
16.	dez	24.4	90.9	29.6	25.50	21.4
17.	dez	7.2	82.9	29.7	25.15	20.6
18.	dez	7.9	86.6	30.2	25.35	20.5
19.	dez	0.0	81.0	25.7	22.55	19.4
20.	dez	0.0	76.4	29.7	24.70	19.7
21.	dez	4.0	78.7	29.5	24.65	19.8
22.	dez	44.0	88.0	26.1	23.15	20.2
23.	dez	10.6	84.3	30.8	24.50	18.2
24.	dez	16.6	85.1	26.0	22.25	17.7
25.	dez	2.6	87.4	27.2	22.00	16.8
26.	dez	0.3	85.2	27.2	22.30	17.4
27.	dez	0.4	82.9	30.5	24.20	17.9
28.	dez	10.7	83.4	29.1	24.15	19.2
29.	dez	0.0	73.9	28.9	24.00	19.1
30.	dez	4.7	82.5	27.2	22.65	18.1
31.	dez	0.0	77.3	28.0	22.50	16.2
01.	jan	8.7	68.1	31.8	24.30	16.8
02.	jan	4.8	83.5	31.0	24.70	18.4
03.	jan	59.5	88.6	30.0	24.55	19.1
04.	jan	103.2	80.7	31.4	25.10	18.0
05.	jan	0.0	75.4	32.0	25.00	18.0
06.	jan	0.0	77.0	34.0	26.45	18.9
07.	jan	0.0	75.7	34.2	26.80	19.4
08.	jan	0.0	63.7	33.9	27.05	20.2
09.	jan	0.0	68.7	33.6	27.25	20.9
10.	jan	0.0	77.8	35.0	27.95	20.9
11.	jan	0.0	81.4	34.0	27.45	20.9

Apendice 10: Resultados finais por blocos, utilizados na análise estatística.

Tratam/	Blocos	(52 dias) Consumo Total (kgMS)	(56 dias) Ganho de Peso Vivo (kg)	Conversao Alimentar (kgMS/kgGPIV)	Ganho de Peso Diario (kg/dia)	Consumo por Dia (kgMS)	Pesos Medios dos animais (kg)	Consumo Diario % PI (%)
T1 0% bag	B1	511,2	50,6	10,10	0,90	09,12	338,6	2,69
	B2	549,2	49,6	11,07	0,88	09,80	367,1	2,67
	B3	538,8	47,3	11,39	0,84	09,62	374,3	2,57
	B4	542,5	43,0	12,61	0,76	09,68	398,1	2,43
T2 10% bag	B1	582,4	62,0	09,39	1,10	10,40	341,0	3,04
	B2	583,5	66,3	08,80	1,18	10,41	368,8	2,82
	B3	577,2	58,3	09,90	1,04	10,30	376,1	2,73
	B4	694,3	67,6	10,27	1,20	12,39	414,4	2,99
T3 20% bag	B1	608,6	67,6	09,00	1,20	10,86	347,8	3,12
	B2	599,6	62,0	09,67	1,10	10,70	364,6	2,93
	B3	655,8	55,0	11,92	0,98	11,71	380,8	3,08
	B4	783,8	69,3	11,31	1,23	13,99	424,3	3,29
T4 30% bag	B1	627,7	63,3	09,91	1,13	11,20	338,3	3,31
	B2	708,3	65,3	10,84	1,16	12,64	369,3	3,42
	B3	660,9	52,6	12,56	0,93	11,80	376,3	3,13
	B4	725,1	60,6	11,96	1,08	12,94	414,9	3,12
T5 40% bag	B1	644,5	55,3	11,65	0,98	11,50	340,9	3,38
	B2	613,3	52,6	11,65	0,93	10,95	364,9	3,00
	B3	696,0	47,0	14,80	0,83	12,42	373,8	3,32
	B4	772,9	63,3	12,21	1,13	13,80	415,6	3,32