

VELLOSO, L. *Boletim Indústria Animal*, São Paulo, 25(único): 313-23. 1970/71.

VIEIRA, P.F. Tese de Mestrado, ESALQ, USP, Piracicaba, 1973, 91p.

UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS FIBROSOS DA INDUSTRIALIZAÇÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS

Luiz Gustavo Nussio¹
Marco Antonio Alvares Balsalobre¹

D) INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa hoje a posição de maior produtor mundial de álcool. Devido à introdução do Programa Nacional do Alcool em meados da década de 70, houve grande incentivo para a expansão do setor canavieiro.

Esse crescente aumento da atividade sucroalcooleira levou a grande disponibilidade de subprodutos, dentre os quais os mais abundantes são os lignocelulósicos. O manuseio desses sub-produtos é difícil, envolvendo despesas com transporte, mão-de-obra, áreas de sacrifício e controle de poluição.

¹ Departamento de Zootecnia - Esalq/USP

O principal subproduto fibroso é o bagaço "in natura" (BIN) que, apesar de ser utilizado, na sua maior parte, como fonte de energia nas usinas de álcool e açúcar, ainda apresenta excedente de 37 a 50kg por tonelada de cana moída, o que perfaz o total de 18 a 20 milhões de toneladas anuais. A torta de filtro, outro resíduo fibroso da industrialização da cana-de-açúcar, totaliza a quantia de 2,5 milhões de toneladas de matéria seca anuais (BURGI, 1986).

Isso faz com que surjam alternativas diversas de uso desses resíduos, como adubação orgânica, fabricação de papel, material absorvente, briquetagem para uso como fonte de energia, produção de furlural e alimentação de ruminantes.

Apesar do Brasil estar situado em região de condições climáticas ideais para altas produções forrageiras, os índices zootécnicos da nossa pecuária são medíocres quando comparados aos índices da Europa e EUA. A principal causa desse baixo desempenho é a falta de alimentos no inverno (abril-setembro), provocada pela estacionalidade da produção forrageira. Nesse contexto, os resíduos fibrosos da agroindústria podem ser utilizados como alternativas de suplementação nessa época de escassez de alimentos, ajudando a melhorar os índices zootécnicos, como a capacidade de suporte das pastagens, maiores ganhos de peso e a produção de leite por área.

ID BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR (BIN)

Resultante da moagem da cana-de-açúcar, processo que tem por finalidade a extração máxima do caldo de cana, ou seja, do conteúdo rico em açúcares, o bagaço constitui-se em alimento rico em parede celular, de baixo conteúdo celular, baixa digestibilidade, baixa densidade, pobre em proteínas e minerais (SANTOS, 1990). Sua composição química, física e bromatológica pode apresentar pequenas variações, dependendo principalmente da variedade de cana da qual é obtido. Suas características médias estão expressas na Tabela 1.

A composição química e baixa digestibilidade caracterizam o BIN como alimento de baixo valor alimentar, apresentando concentração energética muito baixa, em torno de 0,5 Mcal/kg de MS para manutenção

e negligível para ganho de peso e produção de leite; com isso, seu consumo é também extremamente baixo (MATTOS, 1987).

Portanto, a utilização do BIN fica restrita a quantidades entre 20 e 30% da MS, segundo trabalhos de THIAGO et al. (1983) e PACOIA et al. (1984). Perante essas limitações nutricionais do BIN para uso em dietas de ruminantes, tratamentos visando melhorar sua qualidade devem ser realizados.

Tratamentos físicos, químicos ou biológicos, podem ser utilizados para romper a estrutura das fibras do BIN e promover aumento de seu valor alimentar. Aparentemente os mais eficientes são os tratamentos químicos e físicos, pois as pesquisas com tratamentos biológicos ainda não resultaram em processos comerciais.

II.1) Tratamento químico

Vários são os compostos químicos que podem ser utilizados para este fim.

Entre esses produtos químicos alguns comentários devem ser feitos sobre o hidróxido de sódio e amônia.

Basicamente esses produtos atuam desestruturando a parede celular; penetrando em sua estrutura, promovem a saponificação das ligações do tipo éster entre os resíduos de ácido acético e ácidos polifenólicos nos polissacarídeos e/ou lignina, além da quebra das ligações entre os resíduos de ácido urônico da hemicelulose com a lignina. Em temperaturas elevadas há aumento da solubilidade da lignina; como consequência da hidrólise dessas ligações, a celulose que, se encontrava incrustada no complexo lignina-hemicelulose, torna-se mais acessível à hidrólise enzimática no rúmen (MATTOS, 1985).

O hidróxido de sódio é usado na base de 3 a 6% da MS do material a ser tratado. Este promove acréscimo de 20 a 30 pontos percentuais da MS. O método mais eficiente de se fazer o tratamento é a aspersão de uma solução de NaOH sobre o BIN, promovendo-se completa homogeneização

em equipamento misturador. O tempo de reação é curto, cerca de 24 horas (BURGI, 1992).

O tratamento com NaOH promove aumento na taxa de degradação da celulose e hemicelulose "in vitro". "In vivo" à medida que se aumenta o nível de NaOH, há decréscimo do tempo de retenção no rúmen, aumento da velocidade de passagem do material e decréscimo da taxa de digestão da fibra no rúmen. Isso é explicado pelo maior consumo de água, que tem efeito de diluição da população microbiana, diminuindo a eficiência de degradação da fibra. Esse fato explica os maiores valores de digestibilidade "in vitro" que "in vivo" de materiais tratados (MATTOS, 1985).

Apesar do conhecimento do uso de hidróxido de cálcio como forma de tratamento químico do BIN, a pesquisa não definiu com clareza as interações desse produto como componente de dietas. Ainda que os resultados de campo apontem para desempenhos satisfatórios, é preciso que se atente para suas restrições para uso em escala.

O tratamento com amônia é mais trabalhoso necessitando de, no mínimo, 2 semanas para ser concluído, dependendo também de condições ambientais ótimas. O BIN, durante o tratamento, deve permanecer coberto hermeticamente. A dosagem recomendada é de 2-3% da MS do resíduo (GARCIA, 1992).

A eficiência do tratamento com amônia é menor que para NaOH, porém, há aumento no teor de nitrogênio não protéico. Nem todo esse nitrogênio aplicado na forma de amônia é retido pela forragem. Saenger et al. (1982), citados por GARCIA (1992), verificaram que na palhada de milho tratada com 2,0 e 3,0% de amônia anidra, a retenção do nitrogênio foi de 77,5 e 42,5% respectivamente.

A amonização provoca aumento do nitrogênio insolúvel em detergente ácido e em detergente neutro, cujos conteúdos podem ser superiores a 20%. Essas formas de nitrogênio estão ligadas à lignina, e portanto, são pouco utilizadas pelos ruminantes (GARCIA, 1992).

Conforme Kunkle (1989), citado por GARCIA (1992), em levantamento de experimentos com forragens tratadas dos EUA mostraram aumento médio de 22% no consumo de forragem e aumento de 10,7

unidades percentuais em digestibilidade, resultando em aproximadamente 50% de aumento de energia digestível.

Kampel et al. (1981) compararam a qualidade de palhada de trigo, tratada com NH_3 e sob alta pressão, concluindo que o tratamento físico determinou maior digestibilidade de nutrientes e maior aceitação pelos animais.

II.2) Tratamento Físico

Comparando-se irradiação, moagem e aquecimento sob pressão, os melhores resultados, considerando-se custo e melhora da qualidade do material, é o tratamento sob pressão de vapor.

No tratamento sob pressão de vapor são três as variáveis manipuladas: pressão, temperatura e tempo do tratamento. O aumento da pressão determina elevação da digestibilidade. Isso não acontece com o tempo maior de tratamento. BURGI (1985) preconiza o tratamento de 17 kgf/cm^2 durante 5 minutos, obtendo-se incrementos na ordem de 30 pontos percentuais na digestibilidade verdadeira "in vitro" da MS.

Por esse processo, a hemicelulose é quase totalmente solubilizada, pelo rompimento das ligações do tipo éster com a lignina, em que a liberação dos resíduos de ácido acético favorece a hidrólise. A lignina é parcialmente degradada, provocando aumento de compostos fenólicos e furfural. Em segunda fase do processo, a descompressão rápida vaporiza a água presente no interior do hidrolisador, havendo afrouxamento da estrutura fibrosa da parede celular.

O resultado desse tratamento é um produto caracterizado como alimento de acidez elevada, friável, com densidade, digestibilidade da MS e conteúdo celular superiores ao BIN. O tamanho da partícula do bagaço tratado sob pressão de vapor (BTPV) é reduzido, bem inferior ao BIN, e o teor de proteína e de minerais permanece baixo no BTPV (Tabela 1).

Tabela 1. Característica física, química e bromatológica do BIN e BTPV.

	BIN	BTPV
MS (%)	43,20-48,21	40,32
pH	5,5	3,00
Densidade (kg/m ³)	100-150	300-400
Friabilidade	(-)	(+)
DVIVMS (%)	32,6-33,61	64,82
Composição (% MS)		
Proteína bruta	1,86	1,67
Fibra bruta	45,09-47,3	34,45
Extrato etéreo	2,26	4,86
Materia mineral	2,73	4,77
Extrativo não nitrogenado	48,06	54,25
Fibra em detergente ácido	62,33-63,4	62,65
Fibra em detergente neutro	85,24-94,8	58,16
Celulose	44,69	43,99
Hemicelulose	22,91	-
Lignina em detergente ácido	14,89	15,06
Ca	-	0,12
P	-	0,02
K	-	0,16
S	-	-
Fenol	0,4	7,2

Fonte: BURGI, 1985

A maior vantagem do BTPV em relação ao BIN é o maior consumo de MS obtido em dietas de ruminantes, devido, sem dúvida, ao aumento da digestibilidade e da taxa de passagem pelo rúmen. Apesar de o BTPV, no pós-rúmen, possuir menor taxa de passagem que o BIN, a passagem pelo trato digestivo total se assemelha para os dois materiais (CASTRO, 1989).

II.2.1) BTPV na alimentação de ruminantes

132

MACHADO (1992), considera que dietas com BTPV, quando tentativas de melhora do ambiente ruminal não são realizados, têm reduzido a degradação "potencial" deste alimento. Além da alta taxa de passagem, o baixo tempo de colonização, elevada acidez no rúmen e nível de nitrogênio amoniacal inferior ao nível mínimo necessário para promover o máximo crescimento microbiano, têm reduzido o desempenho esperado, principalmente reduzindo a digestibilidade da fibra.

Dentro desse contexto várias foram as tentativas de melhorar a condição ruminal pelo tamponamento e manutenção da estabilidade da fermentação da fração fibrosa.

COSTA (1987) estabeleceu níveis crescentes de proteína (7,5, 9,0 e 10,5%) mediante a adição de 0, 0,7 e 1,5% de uréia em dietas contendo 75% BTPV e 25% levedura na MS. Dentre os parâmetros avaliados em vacas fistuladas, foi verificado aumento na produção de ácidos graxos voláteis (AGV) e aumento na digestibilidade da MS e da fibra em detergente ácido (ADF), com o maior fornecimento de nitrogênio não protéico. Valores semelhantes foram relatados por MACHADO (1992). Este trabalhou com 3 níveis de uréia na dieta de animais fistulados, consumindo 12kg de BTPV, 1,5kg de levedura e 1,75kg de melago na base original. Os tratamentos foram: T₁ - 280g de uréia, T₂ - 180g de uréia e T₃ - 100g de uréia (Tabela 2).

Com o aumento do nitrogênio não protéico na dieta houve acréscimo proporcional de N-NH₃ no fluido ruminal, permitindo que as dietas com maior teor de uréia apresentassem quantidades maiores de protozoários, com consequente aumento da digestibilidade. Apesar do pH ter sido também superior em dietas com maior teor de uréia, este, em nenhum tratamento, apresentava limitações às bactérias celulolíticas, as quais se desenvolvem bem em pH entre 6,2 e 7,0 (MACHADO, 1992).

Vários são os resultados de pesquisas com uso de tamponantes em dietas de BTPV. Alguns estudos mostram efeito positivo, enquanto outros não apresentavam efeitos ou estes são até mesmo negativos (WHEELER, 1980).

133

Tabela 2. Parâmetros ruminais de animais fistulados recebendo BTPV com quantidades crescentes de uréia (280, 180 e 100g).

Tratamento	N-NH ₃ (mg/100ml)	pH do fluido ruminar	Nº de protozoários (10g/ml)	Degradação "in situ"
1	15,3	6,8	3,6	52,6a
2	12,7	6,4	3,1	41,3b
3	3,4	6,4	2,4	33,0c

Letras diferentes diferem significativamente na coluna (Tukey < 0,10)
Fonte: Adaptado de MACILADO, 1992.

LANNA & BOIN (1988) concluíram que a adição de 1,1% de bicarbonato de sódio (NaHCO₃), em associação ao BIN, promoveu maior consumo, maior ganho de peso vivo e melhor conversão alimentar. FRANZOLIN et al. (1989) também mostram tendências à melhoria da digestibilidade dos vários níveis de tamponantes (3,6% de NaHCO₃ e 2,4% MgO na MS).

NUSSIO et al. (1990), trabalhando com machos e fêmeas da raça Nelore e Canchim com dietas de BTPV, avaliaram o uso de bicarbonato de sódio em 0, 0,5 e 1,0% na MS da dieta no período de 126 dias e níveis decrescentes de 1,0, 0,5 e 0% para período de 42 dias (Tabela 3). Os tratamentos não apresentaram diferenças significativas entre si (P<0,10) para consumo, ganho de peso e conversão alimentar. A redução progressiva nos níveis de NaHCO₃, ao longo do período de confinamento, mostrou possível efeito residual de tratamento nos períodos subsequentes.

Tabela 3. Avaliação do uso de NaHCO₃ em dietas com BTPV no desempenho de bovinos confinados.

Tratamento	CMS (g MS/kg PM)	GPV (kg/dia)	CA (kg MS/kg ganho)
A	108,09	0,93	8,47
B	113,12	0,95	8,66
C	114,66	0,90	8,80
D	110,33	0,89	8,73

A - 0% NaHCO₃
B - 0,5% NaHCO₃
C - 1,0% NaHCO₃
D - 1,0/0,5/0% de NaHCO₃ para períodos de 42 dias
Fonte: Adaptado de NUSSIO et al. 1990

Com a finalidade de substituir o bicarbonato de sódio por calcário calcítico "Filler", NUSSIO et al. (1991), avaliaram dietas com BTPV, em que os tratamentos eram os seguintes: 1 e 2% de calcário calcítico e 1% de calcário calcítico com 0,5% NaHCO₃, durante 42 dias ou 84 dias iniciais de confinamento, no total de 126 dias. As dietas contendo 2% de calcário calcítico na MS apresentaram maior ganho de peso em relação às demais (P<0,05). A adição de NaHCO₃ não promoveu efeito positivo sobre o desempenho de bovinos confinados (Tabela 4).

Na avaliação dos valores da Tabela 4 pode se concluir que o uso de 1% de calcário calcítico "FILLER" exclusivamente seria o recomendado, pois seu desempenho não mostra diferença significativa para os demais, portanto, seria o tratamento menos oneroso.

Tabela 4. Efeito de calcário e calcário mais bicarbonato de sódio em dietas à base de BTPV no desempenho de bovinos.

Treatamentos	CMS (g MS/kg PM)	GPV (kg/dia)	CA (kg MS/kg ganho)	C/G* (kg conc./kg ganho)
A	109,4a	0,72ab	9,48a	3,79a
B	112,8a	0,77a	9,09a	3,64a
C	107,4a	0,65b	10,00a	4,00a
D	107,6a	0,65b	10,17a	4,07a

A - 1% calcário calcítico "Filler"

B - 2% calcário calcítico "Filler"

C - 1% calcário + 0,5% bicarbonato de sódio durante 84 dias

D - 1% calcário + 0,5% bicarbonato de sódio durante 42 dias

- C/G = kg de concentrado/kg de ganho de peso

- letras diferentes diferem significativamente na coluna (P<0,05)

Fonte: Adaptado de NUSSIO et al., 1991.

O uso de ionóforos foi estudado por alguns pesquisadores, com o objetivo de potencializar a degradação da fibra no rúmen em dietas contendo BTPV. O modo de ação dos ionóforos é na seleção de microorganismos celulolíticos gram positivos, mais sensíveis que os amilolíticos gram negativos (BERGEN & BATES, 1984).

SILVA (1990), trabalhando com vacas fistuladas em dietas contendo 55-60% BTPV na MS, procurou avaliar o efeito da adição de 1% de NaHCO_3 e ou 22 ppm de lasalocida sódica. Os resultados mostraram que não houve efeito dos aditivos no consumo de MS e água e os níveis de N-NH_3 no fluido ruminal também não mostraram diferenças significativas. Porém, ocorreu tendência para os tratamentos contendo a lasalocida e o bicarbonato de sódio associados reduzirem a concentração de N-NH_3 no rúmen. A produção estimada de metano e gás carbônico tendeu a diminuir com a adição da lasalocida sódica, sendo que, para a associação lasalocida e bicarbonato de sódio, a diminuição foi estatisticamente significativa,

havendo um efeito potencializador do NaHCO_3 sobre a ação do ionóforo utilizado, amplificando os seus efeitos.

Resultados semelhantes foram obtidos por SANTOS (1991), que observou o mesmo tipo de ação associativa entre NaHCO_3 e lasalocida, tendendo a melhorar o ganho de peso e a conversão alimentar de bovinos jovens de dietas contendo 50 a 60% de BTPV.

Com o objetivo de estudar o desempenho de bovinos em dietas de BTPV com diferentes níveis de concentrado, BERCHELLI (1989) verificou efeito quadrático para ganho de peso ($\text{GPV} = > 0,8166 = 0,029 X + 0,0006X^2$) e consumo de MS ($\text{CMS} = > \text{em \%PV} = 2,451 - 0,0486X + 0,0009X^2$), a conversão alimentar decrescendo com o aumento do concentrado ($\text{CA} = 11,2109 - 0,1002X$).

MEDEIROS & MACHADO (1992) avaliaram o desempenho de bovinos em acabamento, o parâmetro ruminal em vacas fistuladas e a digestibilidade da MS e degradabilidade "in situ" em carneiros. As dietas continham entre 52,5 e 26,3% de BTPV na MS, sendo o sorgo o componente variável do concentrado (20 a 47% da MS total) (Tabela 5).

À medida que se aumentou a quantidade de concentrado houve aumento no ganho de peso dos animais. Isso foi verdadeiro até 62% de concentrado. Com 74% de concentrado, o ganho foi semelhante ao ganho de peso com dieta com 62% de concentrado. O consumo e conversão alimentar foram melhores à medida que se aumentou o concentrado da dieta.

Houve decréscimo da degradação "in situ" à medida que se aumentou o concentrado da dieta, devido à piora nas condições ruminais, ou seja, redução do pH e N-NH_3 . Porém, a digestibilidade total da MS foi maior para 74% de concentrado (10,6% maior que a dieta com 48% de concentrado).

NUSSIO (1993), trabalhando com dietas isoprotéicas, à base de BTPV e 3 níveis de concentrado (30, 45 e 60% da MS), avaliou o desempenho animal e a digestibilidade da dieta para bovinos jovens confinados (Tabela 6).

Tabela 5. Desempenho de bovinos recebendo dietas à base de BTPV em substituição ao sorgo, parâmetro ruminal e digestibilidade da MS.

Parâmetros	BH52	BH38	BH26
GPV (kg/dia)	0,866ab	1,012a	0,985a
Consumo (% PV)	2,71ab	2,62a	2,49b
Consumo (kg MS)	10,03	9,90	9,38
CA (kg MS/kg ganho)	11,72	9,90	9,63
pH ruminal médio	6,30a	6,26a	6,08a
N-NH ₃ médio (mg/100ml)	6,35a	4,76a	3,57a
Degradabilidade "in situ" MS (48h)	43,90ab	42,52ab	38,08ab
Digestibilidade MS (%)	63,69c	66,54bc	70,45ab

BH 52 - 52% BTPV MS + 48% concentrado MS (20% Sorgo)
 BH 38 - 38% BTPV MS + 62% concentrado MS (34% Sorgo)
 BH 26 - 26% BTPV MS + 74% concentrado MS (47% Sorgo)
 - letras diferentes, diferem estatisticamente na linha (P < 0,05).
 Fonte: Adaptado de MEDEIROS & MACHADO (1992)

Tabela 6. Desempenho animal, digestibilidade da MS de dietas à base de BTPV com 3 níveis de concentrado: A = 30%; B = 45% e C = 60%.

Parâmetros	A	B	C
I. Desempenho animal			
Consumo (kg MS/kg PM)	108,35a*	111,72a	107,38a
Ganho diário (kg/cabeça)	0,78a	0,91b	1,03c
Conversão alimentar (kg MS/kg ganho)	8,84a	7,93b	7,09c
II. Digestibilidade			
Consumo (g MS/kg PM)	93,76a**	95,65ab	102,85b
Digestibilidade da MS (%)	69,87ab	70,13b	63,01a
kg MS digestível	4,83a	5,65b	5,56ab
kcal ED/cab/dia	20,601a	23,865b	22,981ab
kcal ED/kg PM	218,75a	243,61b	223,16ab

* letras diferentes, diferem na linha para p < 0,05.
 ** letras diferentes, diferem na linha para p < 0,08.
 Fonte: Adaptado de NUSSIO, 1993.

A elevação do nível de concentrado na dieta permitiu melhor desempenho animal, traduzido por melhor conversão alimentar e maior ganho de peso, sendo que o consumo não apresentou diferença significativa. Esse aumento do nível de concentrado apresentou efeito quadrático em relação à digestibilidade da MS, MO, ENN, EB e NDT com maximização em 45% de concentrado. Níveis superiores a esse deprimiram a digestibilidade dos demais componentes.

O BTPV, como componente volumoso da dieta para bovinos, comportou-se de maneira atípica em relação ao aumento do nível de concentrado, quando comparado aos volumosos convencionais. Portanto, a redução do nível de concentrado hoje usado convencionalmente pode apresentar economicidade, já que os desempenhos não são muito reduzidos (NUSSIO, 1993).

Esses resultados também são verificados em confinamentos comerciais, como mostrado na Figura 1. Foram avaliados 28 confinamentos, com o total de 36.667 bovinos, no período de 1985 a 1990, acompanhados pela empresa de assessoria Boviplan (BURGI, 1991). Pode-se verificar que o aumento do nível de concentrado foi responsável por tendências de redução de consumo e no ganho de peso dos bovinos.

São poucos os trabalhos avaliando desempenho de rebanhos leiteiros em dietas à base de BTPV. Entretanto, como alimento que proporciona consumo elevado de MS, o BTPV pode apresentar potencial de utilização para esse tipo de rebanho (SANTOS, 1990).

Devido a distorções causadas pelos sistemas de produção em que se valoriza o tipo do animal, a filosofia de trabalho de alguns nutricionistas tem contribuído para mistificar o uso de determinados alimentos, lamentavelmente impossibilitando o uso de recursos considerados teoricamente viáveis. Além disso, a exemplo do ocorrido na pecuária de corte, a utilização do BTPV em dietas de algumas categorias do rebanho leiteiro tem esbarrado em resultados insatisfatórios, decorrentes do uso de formulações inadequadas.

Em teste com dietas de BTPV em substituição à silagem de milho, BURGI (1986) obteve produções semelhantes de leite com 21 vacas de

mesmo padrão racial (Tabela 10). Portanto, o BTPV pode se apresentar como recurso potencial para produções de 4500Kg de leite por lactação.

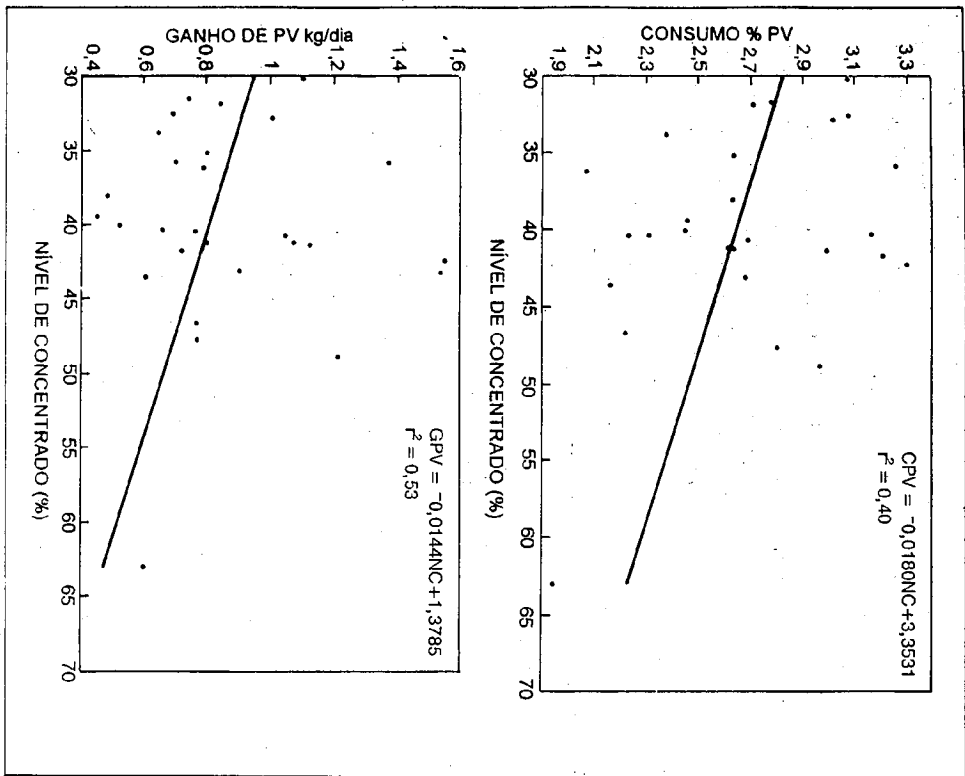


Figura 1. Efeito de níveis de concentrado sobre o consumo e ganho de peso de bovinos em confinamentos comerciais.

140

Tabela 7. Avaliação da substituição da silagem de milho por BTPV em dietas para vacas leiteiras.

Parâmetros	Tratamentos		
	100% SM ¹	62% SM ^{1,2} + 38% BTPV	24% SM ^{1,2} 76% BTPV
Produção média (l/vaca/dia)	15,27	14,08	14,75
% gordura	2,99	3,31	3,36

Obs: 1 - Concentrado 5 kg/vaca dia

Silagem de milho + 0,5% uréia (65% NDT, 10%PB)

2 - Dietas corrigidas com uréia

Fonte: Adaptado de BURGI (1986).

Para novilhas leiteiras em crescimento o potencial de uso é muito maior. Considerando-se que a novilha deve apresentar taxa de ganho não superior a 700 g/dia até os 14 meses de idade é perfeitamente viável o uso de BTPV como volumoso exclusivo.

Em trabalho recente, conduzido no Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", utilizando BTPV e BIN como volumoso para novilhas registradas, obteve-se desempenho satisfatório. Com idade de 6 a 25 meses, várias categorias receberam dietas formuladas para ganho de 0,7 kg/dia com a seguinte composição: BTPV (40-60% da MS); BIN (5%) e concentrado (55-35% da MS) respectivamente.

O consumo variou, na média, de 2,36 a 3,11% do peso vivo em MS. O ganho de peso médio em 126 dias de experimento foi de 0,72 kg/dia (média ponderada). Ao longo do período experimental houve necessidade de se reduzir o nível de concentrado das dietas visto que alguns animais apresentaram ganhos diários superiores a 1,2kg.

141

Tabela 8. Desempenho de novilhas de 6 a 25 meses, registradas, confinadas em BTPV.

Parâmetros	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Lote 5 ¹
Peso vivo médio (kg)	433,0	344,0	231,0	169,0
Consumo (kg MS/dia)	10,3	8,07	7,16	4,32
GPV (kg/dia)	0,82	0,74	0,78	0,48
Consumo (% PV)	2,38	2,36	3,11	2,56
Consumo (g/kg PM)	108,54	101,51	121,03	92,34
CA (kg MS/kg ganho)	13,96	10,91	11,08	9,14

Obs.: ¹ - O lote não foi avaliado em todos os períodos experimentais.

Para a decisão de que tratamento realizar, os dados de BURGI (1992) mostram vantagens econômicas para o tratamento físico do BIN, pelo menor custo por tonelada de MS produzida (Tabela 9).

Tabela 9. Custos de tratamentos do BIN por tonelada de MS.

Tratamentos	Custo US\$/ton MS
Hidrolizado	5-25,00 ¹
Soda cáustica (NaOH)	25,00-50,00
Amônia (NH ₃)	10,00-15,00

¹ Dependendo do valor do BIN: Fonte Usina Nova América, Assis (SP)
Fonte: Adaptado de BURGI (1992).

Porém, o custo de implantação é muito maior para o hidrolizado (US\$ 45.000,00, para o hidrolizado a granel e US\$ 210.000,00 para o bagaço hidrolizado seco e pelletizado).

III) TORTA DE FILTRO

No processo de purificação do caldo na industrialização do álcool ou açúcar, chamado de clarificação, há produção da borra, que é a parte sólida liberada do processo. Nesta permanece ainda alguma quantidade de sacarose residual, que é separada em filtração. O resíduo de todo esse processo é conhecido por torta de filtro.

Existem dois tipos de filtro para a extração da sacarose residual: o tipo prensa e os mais atuais, do tipo rotativo a vácuo. Apesar de serem mais eficientes para a indústria, os filtros rotativos a vácuo produzem material com teor de umidade mais baixo que os tipo prensa (25-30% e maior que 40% de umidade respectivamente). Também mostram maior teor de fibra, isso explicado pela necessidade de se adicionar ao processo rotativo a vácuo certa quantidade de bagacilho, cuja finalidade é atuar como camada porosa na superfície do filtro.

Além dos dois tipos de produção industrial da torta de filtro, outros fatores contribuem para caracterizá-la como resíduo extremamente variável, como: variedade de cana, tipo de solo da região produtora, época e método de colheita, eficiência das moendas, método de clarificação e chuvas durante a colheita.

Na Tabela 10 é dada a composição média da torta de filtro, com os coeficientes de variação de cada componente. A matéria mineral, entre 10 e 30% da MS, apresenta a maior variação. Os valores de proteína bruta estão entre 4 e 5%, podendo chegar em tortas de produção nacional, a 8-10%, porém PROCKNOR (1981) relata dados da literatura estrangeira com valores entre 12 e 15% de proteína bruta na MS. A fração lipídica, em torno de 7%, pode chegar a 15% da MS, o que poderia dificultar a atividade enzimática, reduzindo a digestibilidade dos componentes da torta e causando restrição ao seu uso na dieta de ruminantes (d'ARCE, 1985).

Problema maior na utilização da torta de filtro é o baixo teor de matéria seca (25,62%). Gohl (1975), citado por PROCKNOR (1981), recomenda a rápida utilização desse resíduo ou, caso contrário, sua secagem em, no máximo, 6 horas, quando se inicia a fermentação do material. O custo de secagem da torta de filtro parece não se constituir em sério

problema, pois existe energia em forma de vapor a custo relativamente baixo nas usinas, que pode ser usada para tal finalidade (PROCKNOR, 1981).

Tabela 10. Composição química média da MS da torta de filtro rotativa de usina açucareira.

Nutrientes	Porcentagem ⁽¹⁾	CV %
Matéria seca (MS)	25,62	2,79
Proteína bruta (PB)	4,92	15,24
Fibra bruta (FB)	15,08	8,09
Extrato etéreo (EE)	7,07	15,14
Extrato não nitrogenado (ENNN)	45,89	17,11
Matéria mineral (MM)	27,04	29,11

⁽¹⁾ Média de 4 amostras

Fonte: Adaptado de PROCKNOR, 1991.

Dentre os poucos trabalhos da literatura nacional, destacam-se os de PROCKNOR et al. (1981) e PACOLA et al. (1983), que trabalharam com torta de filtro, cuja composição é apresentada na Tabela 10.

Esses autores avaliaram o consumo, digestibilidade e desempenho animal de 32 novilhas 5/8 europeu 3/8 Zebu. A composição das dietas é apresentada na Tabela 11.

O desempenho animal desses experimentos está relatado na Tabela 12.

Os dados da Tabela 12 levam à conclusão de que o teor de torta de filtro em dietas de bovinos seria no máximo de 40% da MS, pois quantidades superiores poderão comprometer o desempenho animal, reduzindo a ingestão de MS necessária diariamente em termos de proteína e energia digestível.

Tabela 11. Composição das dietas à base de torta de filtro.

Componentes (% MS)	Tratamentos			
	A	B	C	D
Torta de filtro ¹	50	45	40	35
Farelo de soja	10	15	12	8
Milho	14	7	32	32
Feno de Jaraguá	26	33	16	25
PB	8,67	10,13	10,33	8,74
EE	4,82	4,34	5,05	4,82
FB	15,92	17,60	11,89	13,64
P digestível ²	5,01	6,19	6,58	5,23
NDT ²	45,54	44,96	52,00	50,81

Obs.: ¹ A torta de filtro utilizada foi desidratada

² dados estimados

Tabela 12. Desempenho animal de dietas contendo torta de filtro como volumoso em confinamento de 112 dias.

Parâmetros	Tratamentos			
	A	B	C	D
Peso médio final (kg)	334,6	329,9	346,8	347,3
Ganho de peso (kg/cab/dia)	0,854ab	0,747b	0,880a	0,864ab
Consumo de MS (kg/cab/dia)	9,4	9,8	9,0	9,0
Consumo de MS (% peso vivo)	2,8	3,0	2,6	2,6
CA (kg MS/kg ganho)	11,0	12,9	10,2	10,4
Coefficientes de digestibilidade da MS em carneiros	46,17a	58,35b	54,57ab	54,79ab

Fonte: Adaptado de PROCKNOR et al. (1981) e PACOLA et al. (1983).

Trabalhos com torta de filtro a fim de obtenção de resultados conclusivos na nutrição animal devem ser realizados, sugerindo-se o aprimoramento do processo de produção industrial desse resíduo para redução da MS, MM e Fibra e aumento do teor de PB, estendendo-se a trabalhos com desempenho animal e parâmetros nutricionais.

IV) CONCLUSÃO

Os resíduos fibrosos da agroindústria da cana-de-açúcar apresentam grande potencial de utilização na pecuária nacional.

Para sua melhor utilização, o BIN deve passar por um tratamento químico ou físico. Para a decisão de qual tratamento utilizar, deve-se levar em consideração a qualidade do produto final e o custo do processo.

A recomendação de níveis e produtos a serem utilizados no tratamento químico do BIN são:

- Amônia: 2-3% da MS pelo período de, no mínimo, 2 semanas
- NaOH: 3-6% da MS

Os trabalhos com BTPV mostram que este é um alimento que pode ser utilizado perfeitamente em confinamentos de gado de corte, com possibilidade de propiciar ganhos superiores a 1,00kg por cabeça/dia. A utilização em rebanhos leiteiros permite a produção de 4500 kg/vaca/lactação, podendo ser fornecido como volumoso exclusivo de novilhas em crescimento para ganhos de peso de 700g ou mais.

Para tais desempenhos, correções nas dietas de BTPV devem ser realizadas, como adição de calcário, bicarbonato de sódio, ionóforo e correção do nível de amônia no rúmen.

Níveis superiores a 45% de concentrado na dieta reduzem a digestibilidade da MS; portanto, não seria viável economicamente a utilização de níveis entre 45 e 60% de concentrado na dieta. Níveis superiores a 60% devem ser melhor estudados em dietas de BTPV.

Devem ser alvo de futuros estudos a capacidade de síntese de proteína microbiana e a degradação de proteína e fibra no rúmen em dietas com BTPV.

A torta de filtro deve ser melhor estudada para sua utilização como volumoso de bovinos. Os dados experimentais não nos permitem a utilização de mais de 40% de torta na dieta.

V) CITAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

1. BERCHELLI, T.T., 1989. Níveis de concentrado e uréia na alimentação de bovinos nelore com bagaço de cana-de-açúcar hidrolisado, Jaboticabal. 53p. (Mestrado - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Unesp).
2. BURGHI, R., 1985. Produção de cana-de-açúcar auto-hidrolisado e avaliação do seu valor nutritivo para ruminantes. Piracicaba. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
3. BURGHI, R., 1986. Utilização de resíduos agroindustriais na alimentação de ruminantes. p.101. In: Anais do 8º Simpósio sobre manejo da pastagem. Aristeu Mendes Peixoto. Vale do Rosário. PLANO Consultoria Agropecuária.
4. BURGHI, R., 1986. Bagaço hidrolisado, teste com vacas leiteiras. Fazenda Agudo/Usina Vale do Rosário. PLANO Consultoria Agropecuária.
5. BURGHI, R., 1991. Informação pessoal.
6. BURGHI, R., 1992. Equipamentos para manejo e tratamento de resíduos agrícolas agroindustriais. p.69. In: Anais do Simpósio sobre utilização de subprodutos agroindustriais e resíduos de colheita na alimentação de Ruminantes. São Carlos, Embrapa/IICA.
7. CASTRO, F.B., 1989. Avaliação do processo de digestão do bagaço de cana-de-açúcar (Saccharum sp. L.) auto-hidrolisado em bovinos. Piracicaba, 122p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
8. COSTA, L.R.O., 1987. Suplementação de uréia em dietas de bagaço de cana (Saccharum sp. L.) auto hidrolisado para ruminantes. Piracicaba. 112p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
9. D'ARCE, R.D. & MACHADO, P.F., 1985. Resíduos agroindustriais da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. p.1. In: Utilização de resíduos agroindustriais da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes, Fealq.

10. FRANZOLIN NETO, R.; ZANNETTI, M.A.; HERLING, V.R.; LIMA, M.L.P. Efeitos de diferentes níveis de dois compostos tampónantes sobre a digestibilidade de rações contendo bagaço de cana-de-açúcar hidrolisado como volumoso. *Revista Sociedade Bras. de Zool.* 18(5):456-461.
11. GARCIA, R., 1992. Anomização de forragens de baixa qualidade e a utilização na alimentação de ruminantes. p.83. In: Anais do Simpósio sobre utilização de subprodutos agroindustriais e resíduos de colheita na alimentação de ruminantes. São Carlos, Embrapa/IICA.
12. LAINNA, D.P.D. & BOIN, C., 1988. Substituição de feno por bicarbonato de sódio e/ou bagaço "in natura" em rações à base de bagaço hidrolisado como volumoso. Anais da XXV Reunião Anual da SBZ - Vigosa, MG, p.101.
13. MACHADO, P.F. & MADEIRA, H.M.F., 1992. O bagaço de cana auto-hidrolisado na alimentação de ruminantes. p.189. In: Anais do Simpósio sobre utilização de subprodutos agroindustriais e resíduos de colheita na alimentação de ruminantes. São Carlos, Embrapa/IICA.
14. MATTOS, W.R.S., 1985. Utilização de bagaço de cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes. p.53. In: Utilização de resíduos agroindustriais da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes, Fealq.
15. MEDEIROS, S.R. & MACHADO, P.F. Estudo do efeito da substituição do bagaço auto-hidrolisado pelo sorgo na digestibilidade da dieta em bovinos. Anais do XXIX Reunião da SBZ, julho, Lavras, MG.
16. MELLO Jr., C.A., 1987. Efeito do tratamento com pressão e vapor sobre a fermentação "in vitro" do bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum sp. L.*). Piracicaba, 100p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
17. NUSSIO, L.G.; SILVA, S.C.; BOIN, C.; SANTOS, F.A.P., 1990. Avaliação do uso de bicarbonato de sódio no desempenho de bovinos confinados. Anais da 27ª Reunião Anual da SBZ, Campinas, SP.
18. NUSSIO, L.G.; BOIN, C.; SANTOS, F.A.P.; da SILVA, S.C.; PENATI, M.A., 1991. Efeito de calcário e de calcário mais bicarbonato de sódio em dietas de bagaço de cana tratado sob pressão de vapor no desempenho de bovinos. Anais da 28ª Reunião Anual da SBZ, João Pessoa, PB, p.258.
19. NUSSIO, L.G.; BOIN, C.; PENATI, M.A.; BARBEIRO, V.F.S., 1992. Avaliação de diferentes fontes de proteína em dietas à base de bagaço de cana tratado sob pressão de vapor no desempenho de bovinos confinados. Anais do XXIX Reunião Anual da SBZ, Lavras, julho.
20. NUSSIO, L.G., 1993. Efeito de níveis de concentrado sobre o desempenho de bovinos e a digestibilidade de dietas à base de bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum sp. L.*) tratado sob pressão de vapor. 143p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
21. PACOLA, L.R.; CAIBELLI, E.L.; de MATTOS, J.C.A., 1984. Bagaço de cana-de-açúcar na engorda de bovinos confinados. *B. Ind. An.*, Nova Odessa, SP, 41(único):57-61.
22. PACOLA, L.R.; PROCKNOR, M.; REICHERT, R.H.; RAZZOCK, A.G.; de MATTOS, J.C.A.; CAIBELLI, E.L., 1983. Torta de filtro de usina açucareira na engorda de bovinos em confinamento. *Boletim Ind. An.*, Nova Odessa, SP, 40(2):207-211.
23. PROCKNOR, M.; LEME, P.R.; PACOLA, L.J., 1981. Torta de filtro de usina açucareira na alimentação de ruminantes. Produção, composição bromatológica e digestibilidade. *B. Ind. An.*, Nova Odessa, SP, 38(2):107-116.
24. SANTOS, F.A.P., 1990. O bagaço de cana-de-açúcar tratado sob pressão de vapor como alternativa para a alimentação de bovinos na entressafra das pastagens. p.1. SBZ, Campinas, SP, Pastagens, 203p.
25. SANTOS, F.A.P., 1991. Efeito de bicarbonato de sódio, lasalocida e cana-de-açúcar sobre o desempenho de bovinos alimentados com bagaço de cana tratado sob pressão de vapor. Piracicaba, 127p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
26. SILVA, S.C. da. Efeito de bicarbonato de sódio e/ou lasalocida sobre os parâmetros ruminais de bovinos alimentados com bagaço de cana tratado a pressão de vapor. Piracicaba, 130p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
27. THIAGO, L.R.L.S.; SILVA, J.M.; COSTA, F.P.; CORREA, E.S. Engorda de novilhas em confinamento utilizando subprodutos de microdestilarias de álcool. Anais do XX Reunião Anual da SBZ, Pelotas, RS, p.100.
28. WHEELER, W.W., 1980. Gastrointestinal tract pH environment and the influence of buffering materials on the performance of ruminants. *Journal of Animal Science*, 51(1):224-35.