



BAGAÇO DE CANA TRATADO POR EXPLOSÃO À VAPOR EM RAÇÕES DE BOVINOS EM CONFINAMENTO

EDGARD LEONE CAIELLI¹, GILBERTO BRAUN² e ROSANA APARECIDA POSSENTI²

RESUMO: Bagaço de cana cozido por explosão a vapor nas condições de 18-19 kgf/cm², temperaturas entre 190 a 210°C exposto entre 3 a 5 min, foi avaliado por determinações de laboratório, por ensaios de digestibilidade "in vivo" com carneiros e pela engorda de bovinos em confinamento. As digestibilidades "in vitro" e "in situ" da MS foram respectivamente de 40 e 57%. A digestibilidade "vivo" estimada foi de 74,5%. Foram formuladas rações nas quais o bagaço tratado participou com 50,40 e 30% do total da matéria seca. Essas rações foram fornecidas em 2 anos sucessivos a 5 lotes de 10 animais em cada ano, formados por bezerros e novilhos nelore e mestiços nelore x HPB. As rações com 50% de bagaço tratado forneceram os seguintes ganhos de peso diário, em kg: bezerros, 0,393; novilhos de sobreano, 0,250; 0,064; 0,307; 0,464 e 0,307; mestiços, 0,493. Nas rações com 40% de bagaço os ganhos foram respectivamente de 0,429 para novilhos nelore e 0,707 para os mestiços. Na ração em que o bagaço entrou com 30%, o ganho foi de 0,910 kg com novilhos nelore.

Palavras chave: Bagaço de cana, rações e confinamento.

STEAM EXPLODED SUGARCANE BAGASSE IN FEEDLOTS RATIONS

SUMMARY: Steam exploded sugarcane bagasse at 210°C for 5min was evaluated, through laboratories analysis, "in vivo" digestibility determination with sheep and feedlots with steers. Values for "in vitro" and "in situ", were respectively: 40 and 57%. The estimated "in vivo" digestibility was: 74.5%. Eight total mixed rations, were prepared, with treated bagasse representing: 50-40 and 30% of the total dry matter. They were feed to 5 lots of 10 animals each, in two successive years. The lots were composed of Nelore breed calves and steers and crossbreed Nelore x BWH steers. The rations with 50% bagasse gave the following average daily gain, in kg: Nelore calves - .393; Nelore steers: .250; .064; .307; .464; and .307, crossbreed: .493. The rations with 40% bagasse gave the gains: Nelore steers .492 and crossbreed - .707. The ration with 30% bagasse gave the gain with Nelore steers of .911.

Key words: Cane bagasse, rations and feedlots.

INTRODUÇÃO

O crescimento da indústria sucroalcooleira ocorrido nas décadas de 70 e 80, como consequência do Pró-Álcool, resultou em considerável aumento nas sobras de bagaço e outros resíduos dessa atividade. As safras de

85-86 produziram cerca de 3¹⁰ toneladas de bagaço (com cerca de 50% de umidade), metade dessa produção é normalmente usada para fornecer energia às caldeiras e a outra metade permanece nas cercanias das indústrias, sem destino definido. Em casos particulares o bagaço vem sendo usado para outros fins, tais como: produção

¹ Pesquisador Científico aposentado, Instituto de Zootecnia.

² Do Centro de Forragicultura e Pastagens, Instituto de Zootecnia.



de eletricidade, de papel, de compensados, de furfuro, de metano, na alimentação de ruminantes, etc. O bagaço de cana cru (após a extração de caldo) é alimento pobre, contém em média 48% de fibra bruta, 50% de água e 2% de sólidos solúveis. O uso de bagaço cru em rações de bovinos tem produzido resultados conflitantes. Alguns autores concluíram que níveis superiores a 15% na dieta reduzem severamente o desempenho animal e a eficiência alimentar. Para que a qualidade no bagaço como alimento possa ser melhorada, uma hipótese é aumentar a sua energia digestível, uma técnica possível para isso é o tratamento por explosão com vapor. Pesquisas efetuadas no Canadá mostraram que o tratamento de resíduos lenhosos de florestas, tratados com vapor sob pressão, aumenta sua digestibilidade ou ao ponto de igualar-se a um feno de média qualidade (BENDER et al., 1970). Os autores, além da digestibilidade "in vitro", determinaram seu valor biológico em rações de carneiro.

CAMPBELL et al. (1973) trataram 68 kg de bagaço com vapor sob pressão de 28 kgf/cm² por 45 seg e os forneceram a carneiros a fim de determinar sua digestibilidade. Os autores observaram ganho de energia digestível em relação ao bagaço cru. Entretanto verificaram o aumento de componentes polifenólicos, de 0,43% no bagaço cru, para 5,3% no bagaço cozido, o que poderia explicar, em parte, por que o consumo das rações com bagaço tratado diminui após um certo período de consumo normal.

CHEONG et al. (1974) submetem amostras de bagaço a condições distintas de temperatura e pressão de vapor de água. O efeito dessa ação foi avaliado através da digestibilidade "in vitro" e "in situ"; além dos teores de furfural produzido e da acidez titulável, o efeito mais notável na composição química bromatológica do bagaço tratado sob pressão e vapor é a redução de certos componentes da fração fibrosa.

PATE (1980) forneceu 4 rações com quantidades crescentes: 0, 14, 30 e 46% de bagaço tratado por pressão a vapor, num sistema de fluxo contínuo, nas condições de 21 kgf/cm² por 2 min. O bagaço tratado nessas condições continha 42% de MS; 64,9% de FDN; 58,3% de FDA; 45,4% de celulose; e 10,6% de lignina. JOSHI et al. (1984) forneceram bagaço tratado nas condições de 7 kgf/cm² de vapor por 30 min e seco ao sol até aproximadamente 85% de MS, a 9 bovinos machos inteiros, misturado com melaço (10% p/p). Na ração também foi adicionada torta de amendoim, até atingir as exigências em PB pelo NRC de 1978.

Entre nós foi feito grande número de confinamentos envolvendo quantidades variáveis de bagaço tratado nas mais diversas condições e manejo; segundo dados expressos na Circular/GAB/SNAP/MA n°. 028 de 17/10/86, somente na entressafra deste ano havia cerca de 15.000 bovinos alimentados parcialmente com

bagaço tratado. As condições de tratamento e manejo do bagaço levadas a efeito pelos diferentes autores tornam difícil o estabelecimento de comparações. Considerando apenas os aspectos econômicos, FOODY et al. (1985) concluíram que o tratamento pelo sistema denominado "explosão a vapor" é o que apresenta mais vantagens.

A grande disponibilidade de subprodutos e resíduos da agroindústria da cana, em particular do bagaço, que podem ser tratados com as sobras de vapor das caldeiras já existentes sugere a possibilidade de juntar de maneira eficiente esses diferentes materiais criando um sistema alimentar viável (RANGNEKAR et al., 1974).

O principal objetivo deste trabalho foi estabelecer uma estratégia de suplementação e/ou engorda de bovinos de corte, no período seco, como atividade complementar da indústria sucroalcooleira.

MATERIAL E MÉTODOS

O conjunto de ações deste experimento foi realizado em três locais distintos: Lorena, na Fundação de Tecnologia Industrial (FTI); em Nova Odessa, no Instituto de Zootecnia e em Iracemápolis, na Usina Iracema.

Ensaio Preliminar

Amostras de bagaço de cana, provenientes da Usina Iracema, foram submetidas a testes de cozimento por explosão a vapor, em uma unidade experimental da FTI. O bagaço foi submetido às condições de 190 e 210 °C com 19 Kgf/cm², por tempos que variaram de 3,5 e 10min na primeira e 1,3 e 5 min. na segunda temperatura. As amostras tratadas foram analisadas para os fatores de FDN, FDA, Hemicelulose de acordo com o método de GOERING e VAN SOEST (1970) e determinadas as digestibilidades "in vitro" e "in situ" da MS segundo TILLEY e TERRY (1963), MEHREZ e ORSKOV (1977).

Avaliação "in vivo" com carneiros

Baseado nos ensaios preliminares, foi escolhido o tratamento à temperatura de 210°C por 5 min com 19 Kgf/cm² como o mais adequado. Uma ração composta de 70% de bagaço tratado nessas condições + 20% de feno de soja-perene e 10% de farelo de soja foi fornecido a 3 carneiros machos castrados da raça ideal, pesando em média 32,6kg e colocados em gaiolas metabólicas. O período preliminar teve duração de 1 mês, durante o qual foram sendo dadas porcentagens crescentes de bagaço substituindo um feno de qualidade média (6,5% de PB) de *Digitaria diversinervis*, nos valores semanais de 20, 30, 40 e 60%.

**Planta Piloto**

Um cozedor de bagaço por explosão a vapor foi desenvolvido na FTI e em seguida instalado na Usina Iracema. A câmara possuía 0,2m³ de volume e entrou em operação em maio de 1985. As condições ideais de operação foram aquelas indicadas nos ensaios preliminares: 210 °C por 5min. Essa temperatura foi atingida quando a pressão do vapor estava entre 18 e 19 kgf/cm². O tempo de permanência era controlado pelo operador.

Confinamento - Ano I

Foram constituídas 4 rações, conforme mostra o Quadro 1, fornecidas a 5 lotes de 10 animais: um de bezerros machos inteiros, com cerca de 230 kg de peso vivo, outros três de novilhos de sobreano da raça nelore e um quinto lote de mestiços (nelore x vacas de leite HPB) pesando em média 350kg de peso vivo e todos pertencentes ao rebanho da Usina Iracema. O ganho de peso foi medido por 140 dias de junho a outubro.

Quadro 1. Composição percentual das rações na MS, (Ano 1).

INGREDIENTES	RAÇÕES			
	A	B	C	D
Bagaço tratado	50	50	50	50
Leite de Levedura*	-	-	-	25
Melaço + uréia (9,5:0,5)	-	-	5	5
Farelo de algodão	25	20	5	-
Rolão de milho	-	10	15	15
Farelo de arroz	-	10	10	-
Ponta de cana**	-	-	15	5
Feno de Rhodes	25	10	-	-

*Leite de levedura foi fornecido até agosto e substituído pela levedura seca.

** A partir de julho foi substituída pelo feno de Rhodes.

As rações foram calculadas para um consumo médio de MS no início do experimento de 5,80 kg para os bezerros, 8,60 para os novilhos nelore e 9,40 para os novilhos mestiços. Os teores em NDT estimados para as 4 rações foram, respectivamente, de A a D: 3,4; 5,5; 5,6; e 6,0 kg/dia e os de PB de 0,55; 0,80; 1,10; e 1,60kg/dia.

O ganho diário médio esperado era de 0,5 kg para o lote 1; 0,9 kg para os lotes 2, 3 e 4; e 1 kg para o lote 5. O leite de levedura das rações D foi fornecido até 7 de agosto, quando foi substituído pela levedura seca. O leite quando usado tinha cerca de 20,30% de MS; e a ponta de cana foi substituída por feno de Rhodes a partir do mês de julho. As rações eram fornecidas pelo sistema de mistura completa efetivada numa betoneira. Por não haver disponibilidade de balança para pesagens, os animais foram pesados por lotes, em um caminhão de transporte de gado, na balança de pesagem da cana-de-açúcar que chega à usina. A ração foi fornecida duas

vezes ao dia; pela manhã das 7 às 9 h e pela tarde das 16 às 18 h. Alíquotas das rações foram retiradas dos cochos logo após sua distribuição, nos dias 20, 21 e 24 de junho, e reunidas para constituir a amostra. Dessa amostra foi retirada uma quantidade representativa (cerca de 1 kg) para análise, tendo sido encontradas os seguintes valores de MS e PB (%M.S): A - 56,20 e 7,40%; B - 51,70 e 8,40%; C - 52,60 e 5,80%; e D - 33,90 e 13,20%.

Em cocho separado, era fornecida para consumo à vontade a seguinte mistura mineral: 23% de NaCl, 73% de fosfato bicálcico e 4% de carbonato de magnésio, à qual foi acrescentada também 23,32 g de micro-minerais com os seguintes ingredientes: 12 g de sulfato de zinco, 3,2 g de sulfato de cobre, 0,04 g de sulfato de cobalto, 8 g de sulfato de cobre e 0,08 g de iodeto de potássio. Água era fornecida à vontade em bebedouros colocados entre os currais de confinamento. Os animais foram vermifugados e vacinados segundo a rotina da usina. Os animais eram pesados a cada 28 dias.

Ano 2

Da mesma forma que no ano anterior foram compostas 4 rações para 5 lotes de animais. A composição das rações consta no Quadro 2, as rações A e B correspondem às A e D do primeiro ano, apenas com a substituição do feno de Rhodes pela silagem de milho. A ração C foi calculada para ser uma ração de acabamento e a D uma alternativa para silagem de milho. Os bezerros da ração A do ano anterior, após o término do confinamento, retornaram ao pasto, onde permaneceram até poder retornar ao confinamento neste segundo ano onde seria feito o acabamento. Esses animais receberam uma dieta calculada para permitir um ganho de 1 kg/dia. As pontas de cana e de feno de Rhodes do ano anterior foram substituídas pela silagem de milho. Amostras da ração fornecida foram retiradas da mesma forma que no ano anterior e, quando analisadas, apresentaram os seguintes teores de MS e PB de A a D: MS - 50,3; 51,0; 43,5; e 55,0%; PB - 10,3; 10,9; 9,9; e 10,2%. O confinamento teve duração de 140 dias (de 08/07 à 24/11/86). As rações eram fornecidas da mesma forma que no 1º ano, e as pesagens dos animais eram feitas a cada 28 dias.

Quadro 2 - Composição percentual das rações na MS, (Ano 2)

	A	B	C	D
Bagaço tratado	50	50	30	40
Silagem de milho	24	5	12	-
Suplemento mineral	1	1	1	1
Levedura seca	-	25	-	20
Melaço	-	5	7	10
Farelo de algodão	25	-	20	-
Rolão de milho	-	14	30	29



RESULTADOS E DISCUSSÕES

Avaliação de Laboratório

O Quadro 3 mostra a variação na digestibilidade "in vitro" e "in situ" das amostras de bagaço submetidas a diferentes temperaturas e tempos de permanência, além dos valores correspondentes de FDN, FDA e hemicelulose.

O tratamento do bagaço à temperatura de 210°C por 3 ou 5 min apresentou os teores mais elevados de digestibilidade, tanto "in vitro" como "in situ". Esses valores estão próximos dos encontrados por TAYLOR e ESDALE² (1979) em condições de pressão de 19,7kgf/cm² (temp. entre 170 e 210°C) por 3 min. Esses autores encontraram um valor médio de digestibilidade "in vitro" de 55% e teores de FDN de 51,0%.

Quadro 3 - Variação na digestibilidade "in vitro" e "in situ" das amostras de bagaço submetidas a diferentes temperaturas

Temp.	Tempo de perm.	FDN	FDA	Hemi-celulose	Digestibilidade %	
°C	(min)	%			"in vitro"	"in situ"
190	3	76,1	60,7	15,4	32,9	47,9
190	5	76,4	61,9	14,5	32,6	49,2
190	10	73,9	65,4	8,5	36,3	46,6
210	1	73,9	57,5	16,4	35,4	43,2
210	3	65,5	59,2	6,3	40,9	55,0
210	5	68,1	63,5	4,6	39,7	57,4

Avaliação Biológica

No período de coleta de 6 dias o consumo médio de MS/anim/dia foi de 919g ± 56,7 e a digestibilidade da MS foi de 69,8% ± 0,43. O peso médio dos carneiros foi de 32,3 kg ± 2,27. O valor em NDT encontrado para a ração foi de 69,6%.

Confinamento

1º. ano

As variações do peso médio dos animais durante os cinco períodos de 28 dias de experimento, constam do Quadro 4.

Quadro 4 - Variações de peso dos animais em kg, por tratamento, lote e pesagem, (Ano1)

LOTES	RAÇÕES				
	A	B	C	D	
	1 [*]	2 ^{**}	3 ^{**}	4 ^{**}	5 ^{***}
Peso inicial (03/06/85)	239	349	328	362	348
2 ^a . pesagem (02/07/85)	254	352	329	365	359
3 ^a . pesagem (30/07/85)	268	369	340	368	380
4 ^a . pesagem (27/08/85)	278	382	347	392	390
5 ^a . pesagem (24/09/85)	292	379	342	407	419
Peso final (22/10/85)	294	384	337	405	417
Ganho de peso, total	55	35	9	43	69
Ganho de peso/dia, média	0,393	0,250	0,064	0,307	0,493

* Lote de bezerros; ** Lotes de novilhos; *** Lote de mestiços

O consumo de MS por animal por dia e o consumo médio por 100kg de peso vivo constam do Quadro 5.

O consumo de MS analisado por qualquer dos parâmetros apresentados mostrou-se errático. O único fato comum a todos os lotes é uma redução de consumo do 3º. para o 5º. período. Uma equação de regressão obtida entre os valores de consumo de MS do experimento e aqueles esperados mostrou um coeficiente de regressão não significativo. A ração calculada para o lote 1 foi a que apresentou o resultado mais próximo do pretendido pelo projeto: o de manter os bezerros durante a seca com um ganho de peso ao redor de 0,5 kg/anim./dia. Devido à escassez de chuva nesse

ano, esses bezerros permaneceram no confinamento por mais 28 dias, voltando para o pasto em 20 de novembro. O lote saiu com o peso médio de 306 kg e permaneceu no pasto por 229 dias, voltando para o confinamento do ano seguinte, com 411 kg de peso vivo, obtendo um ganho de peso médio diário no período de 0,458 kg. Foram efetuadas determinações de furfural em 4 amostras de bagaço tratado durante o período experimental e o valor médio encontrado foi de 0,35 g/100g de amostra. CAMPBELL et al. (1973) encontraram valores de 5,3% de compostos fenólicos no bagaço tratado.

**Quadro 5 - Consumo médio de MS por animal (a), por 100kg de peso vivo (b), por tratamento, por lote e por período de 28 dias, (Ano 1)**

LOTES	RAÇÕES									
	A		B		C		D			
	1	2	1	2	1	2	1	2	3	4
Itens	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
1º. período	5,3	2,2	5,9	1,7	7,2	2,2	6,3	1,7	7,6	2,2
2º. período	5,9	2,3	6,4	1,8	7,0	2,1	5,5	1,5	6,3	1,7
3º. período	9,0	3,3	6,9	1,8	6,5	1,9	7,5	2,0	11,3	2,9
4º. período	8,6	3,0	6,2	1,6	6,0	1,7	8,3	2,1	8,8	2,2
5º. período	8,0	2,7	5,2	1,4	4,8	1,4	6,3	1,6	6,7	1,6
Cons.médio	7,4	2,7	6,1	1,7	6,3	1,9	6,8	1,8	8,1	2,2
Cons.médio esperado	5,8	2,2	8,6	2,3	8,6	2,6	8,6	2,2	8,1	2,2

Quadro 6 - Variação de peso dos animais por ração e por unidade experimental em kg nos diferentes períodos experimentais (Ano 2).

LOTES	RAÇÕES				
	A	B	C	D	
	1*	2**	3**	4**	5***
Peso inicial (08/07/86)	309	314	411	310,5	354
2ª. pesagem (04/08/86)	321	323	435,5	331,5	373
3ª. pesagem (01/09/86)	338	331	462	343,5	408
4ª. pesagem (29/09/86)	356	337	490	352	426
5ª. pesagem (27/10/86)	366	347	513	364	448
Peso final (24/11/86)	374	357	-	371	453
Ganho de peso, total	65	43	102	60,5	99
Ganho de peso/dia, média	0,464	0,307	0,911	0,429	0,707

* Lotes de novilhos de sobreano; ** Novilhos confinados no 1º. ano; *** Lote de mestiços.

2º. ano

A variação do peso médio dos animais nos cinco lotes é apresentada no Quadro 6, e no Quadro 7 encontram-se o consumo médio de MS por animal.

O consumo de MS/animal/dia ou por 100 kg peso vivo foi relativamente mais constante do que o do primeiro ano, apresentando somente pequenas variações no decorrer dos 5 períodos. A ração A teve comportamento semelhante à do primeiro ano. O valor médio do CMS/100 kg PV foi menor do que o do ano anterior. Da mesma forma que no ano anterior, não foi significativa o coeficiente de regressão da equação gerada entre o consumo esperado e o encontrado. O ganho obtido na ração A foi semelhante ao do ano anterior (0,393 kg/anim/dia; 0,464). A ração C com 30% de bagaço tratado foi capaz de proporcionar um ganho de mais de 0,9 kg/anim/dia, permitindo o abate após 112 dias de confinamento. Os resultados obtidos por PATE (1980) assemelham-se a esses. Esse autor com uma ração composta de 30% de bagaço tratado (21 kgf/cm por 2 min) fornecida a novilhos com o peso inicial de 363 kg, obteve um ganho diário de 0,942 kg. Já quando

a quantidade de bagaço foi aumentada para 46%, o ganho diário caiu para 0,450 kg.

A ração B apresentou um consumo constante durante todo o confinamento com exceção do último período em que ao contrário de A e do ano anterior houve um aumento.

CONCLUSÕES

1. É possível compor uma ração para bezerras na seca utilizando 50% de bagaço tratado e obter ganhos em torno de 0,4 kg diários, permitindo que esses animais estejam acabados em torno de 24 meses.

2. Tudo indica que fatores erráticos no processo operacional do preparo do bagaço, tais como: tempo de permanência do bagaço no cozedor, controle de temperatura, umidade inicial do bagaço, lavagem do material solúvel, etc., podem afetar sua qualidade assim como o processo de digestão, influenciando o consumo, particularmente quando compõem rações em porcentagens acima de 40% da MS.



Quadro 7 - Consumo médio de MS por animal (a), por 100 kg de peso vivo (b), por tratamento, por lote e por períodos de 28 dias, (Ano 2).

LOTES	RAÇÕES									
	A		B		C		D			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Itens	a	B	a	b	a	b	a	b	a	b
1º período	4,9	1,6	5,5	1,7	6,5	1,5	6,0	1,9	6,9	1,9
2º período	7,2	2,2	5,5	1,7	8,6	1,9	6,0	1,8	8,0	2,0
3º período	7,4	2,1	5,6	1,7	9,2	1,9	5,7	1,6	7,4	1,8
4º período	7,4	2,0	5,7	1,7	10,1	2,0	5,0	1,4	6,7	1,5
5º período	7,6	2,1	6,7	1,9	-	-	6,4	1,7	8,4	1,9
Cons. médio	6,9	2,0	5,8	1,7	8,6	1,8	5,8	1,7	7,5	1,8
Cons. médio esperado	8,9	2,6	7,1	1,6	7,4	1,6	7,0	2,1	8,4	2,1

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENDER, F. et al. Potential of steamed wood as a feed for ruminants. *For. Prod. J.*, 20(4):36-41, 1970.
- CAMPBELL, C.M. et al. Effects of pressure treatment of sugar cane bagasse upon nutrient utilization. In: *PROCEEDINGS OF THE WESTERN SECTION OF THE AMERICAN SOC. OF ANIM. SCI.*, v. 24. pp. 178-184, 1973.
- CHEONG, Y.W.Y. et al. The effect of steam treatment on cane bagasse in relation to its digestibility and furfural production. In: *CONGRESS INT. SOC. OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS*, feb. 1974, manufacturing By-Products pp.1-8, 1974.
- FOODY, P. et al. Optimization of "steam-explosion" pretreatment final report iotech corporation. Ottawa, Ontario, Canada, 1980. citado por S.A. Kling in *Pré-tratamento de materiais lignocelulósicos e seu efeito sobre a sacarificação enzimática*. Fundação de Tecnologia Industrial, Lorena, SP, SCT/129, 24pp, 1985.
- GOERING, H.K., VAN SOEST, P.J. Forage fiber analysis. *Agriculture Handbook*, 379, 1970.
- JOSHI, A.L. et al. Utilization of bagasse treated with steam and sodium hydroxide by crossbred calves indian. *J. anim. Sci.*, 54(2): 149-152, 1984.
- MEHREZ, A.Z., ORSKOV, E.R. A study of the artificial fibre bag technique of determining the digestibility of feeds in the rumen. *J. Agric. Sci.*, v.88, p.645-650, 1977.
- PATE, F.M. Use of steam-pressure treated sugar cane bagasse in steer finishing rations. In: *FLORIDA BEEF CATTLE RESEARCH REPORT*, Gainesville, Fla, pp. 53-56, 1980.
- RANGNEKAR, D.V. Integration of sugarcane and milk production in Western India, in sugar Cane as feed. In: *PROC. OF AN FAO EXPERT CONSULTATION*, held in Santo Domingo, República Dominicana de 7-11 de julho, 1986 - *Bull. FAO 72*, pp 176-187, 1986.
- TAYLOR, J.D., ESDALE, W.J. Increased utilization of crop residues as animal feed through autohydrolysis, mimeo Stake Technology Ltd. 6pp, 20 A Enterprise Ave., Ottawa, Canada K2G OA6, 1979.
- TILLEY, J.M. A., TERRY, R.A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. Brit. Grass. Soc.*, Aberysthyth, 18:104-11, 1963.