Rev. bras. zootec., 29(6):2109-2118, 2000 (Suplemento 1)

Efeitos de Dietas com Polpa Cítrica em Substituição ao Milho em Grãos no Concentrado sobre a Degradabilidade e a Fauna Ruminal em Bubalinos[1]

Raul Franzolin[2], Maria Helena Tieghi Franzolin[3], Catarina Abdalla Gomide[4], Edison Schalch[5], Juliano Roberto da Silva[6]

RESUMO - Quatro búfalos com cânulas ruminais foram distribuídos aleatoriamente em quadrado latino 4 x 4, compreendendo quatro rações com feno de capim-*coastcross* (*Cynodon dactylon*) (50% MS) e níveis crescentes de polpa cítrica peletizada em substituição ao milho em grão moído no concentrado (0, 33, 66 e 100% MS). Foram avaliadas a degradabilidade dos nutrientes e a população de protozoários no rúmen. Houve efeito quadrático da fração solúvel dos nutrientes entre os tratamentos, com valores maiores nos dois extremos. A taxa de degradação da PB do feno e da MS da polpa cítrica apresentou-se linear com aumento da polpa cítrica na ração. As rações contendo polpa cítrica promoveram menores concentrações de *Entodinium* e número total de ciliados/mL que a dieta só com milho. Houve predominância dos *Entodinium* nas dietas contendo somente milho ou somente polpa cítrica, enquanto em mistura predominaram os ciliados da subfamília Diplodiniinae. Observou-se efeito de interação da polpa cítrica com o milho, promovendo modificações no metabolismo ruminal, especialmente na solubilidade dos nutrientes, na curva do pH e na composição da fauna.

Palavras-chave: búfalo, degradabilidade, polpa cítrica, protozoários rúmen

Effects of Diets with Citrus Pulp in Substitution to Corn Grain in the Concentrate on Ruminal Degradability and Fauna in Buffaloes

ABSTRACT - Four buffaloes with rumen cannula were distributed in a 4 x 4 Latin Square design with four diets composed by coast cross grass (*Cynodon dactylon*) hay (50% DM) and increasing levels of citrus pulp in substitution of corn grain in the concentrate (0; 33; 66 and 100%). The nutrient degradability and rumen protozoa population were evaluated. There was a quadratic effect on the soluble fraction of the nutrients among the treatments with higher values in the two ends. The hay CP and citrus pulp DM degradation rate was linear as the levels of citrus pulp in the diet increased. The diets containing citrus pulp promoted lower concentrations of *Entodinium* and total number of ciliates/mL than the diet with corn grain alone. There was predominance of the *Entodinium* in the diets with only corn grain or only citric pulp while in mixture prevailed the ciliates of the subfamily Diplodiniinae. Effect of interaction of citrus with the corn pulp was observed, promoting modifications in the ruminal metabolism, especially in the nutrient solubility, in the pH curve and in the rumen fauna composition.

Key Words: buffalo, citrus pulp, degradability, rumen protozoa

Introdução

No Brasil, o mercado interno de sucos de frutas vem crescendo anualmente, gerando um promissor potencial de utilização dos subprodutos das indústrias cítricas para uso na alimentação animal. A polpa cítrica é um dos diversos subprodutos industriais que se obtém após a extração do suco de frutas cítricas, principalmente de laranja e limão. O processo industrial de desidratação e peletização proporciona boa forma de conservação e armazenagem da polpa cítrica, além de facilitar o manejo na alimentação dos animais.

Segundo HUTTON (1987), a polpa representa cerca de 50 a 60% do peso da laranja, sendo composta de casca (50-55%), polpa interna (30-35%) e sementes (0-10%). A polpa cítrica é primariamente um alimento pobre em proteína e com perfil de carboidrato muito diferente dos alimentos normalmente utilizados na alimentação animal. Trata-se de um alimento altamente energético, mas não contém praticamente amido como carboidrato. Devido às diferentes origens de produção da polpa cítrica, ela pode variar consideravelmente na sua composição química, palatabilidade e valor nutritivo. Além disso, a polpa cítrica tem sido pesquisada como importante fonte de fibra altamente digestível para fornecimento de fibra

[1] Projeto financiado pela FAPESP, processo 95/3792-5.
[2] Professor Associado do Departamento de Zootecnia da FZEA/USP - Campus - Pirassununga-SP, CEP: 13630-000. E.mail: rfranzol@usp.br
[3,5] Professor Doutor do Departamento de Zootecnia da FZEA/USP.
[4] Zootecnista, Doutora pela FMVZ/UNESP, Campus de Botucatu.
[6] Acadêmico de Zootecnia da FZEA/USP. Bolsista IC - PIBIC/CNPq.

dietética efetiva na alimentação de bovinos de leite, já que possui alto conteúdo de fibra e similar concentração energética dos cereais (STERN e ZIERMER, 1992; COOMER e AMOS, 1992; STERN e ZIERMER, 1993). Porém, praticamente não há informações na literatura sobre o uso da polpa cítrica na alimentação de bubalinos.

De acordo com KIRK e KOGER (1970), a polpa cítrica é uma fonte rica em energia, podendo constituir-se no principal alimento energético para bovinos. BRANCO et al. (1994) obtiveram valores de 77,7% de nutrientes digestíveis totais (NDT) e 69,0% de coeficiente de digestibilidade da matéria seca para a polpa cítrica, determinados com ovinos, proporcionando valor estimado de 3,01 Mcal de energia metabolizável/kg MS para bovinos.

BROWN e JOHNSON (1991) observaram que a suplementação com polpa cítrica em dietas com feno de gramínea (*Cynodon nlemfuensis*), em bovinos, melhorou a digestibilidade da matéria orgânica da dieta, mas reduziu as digestibilidades da FDN e FDA. Esses autores verificaram ganho de peso médio diário maior com polpa cítrica, de 0,71 kg, que nos alimentados somente com feno, de 0,49 kg.

A utilização da polpa cítrica tem apresentado resultados positivos no desempenho animal em rações para bovinos em confinamento (VELLOSO et al., 1974) e na produção de leite de bovinos (LUCCI et al., 1975), quando em substituição parcial na ração total. Segundo LANZA (1984), o melhor uso da polpa cítrica é feito em substituição aos cereais em rações para bovinos, não sendo observados efeitos negativos sobre a produção de leite, o teor de gordura e sabor no leite, quando cereais foram completamente substituídos pela polpa cítrica na mistura concentrada. KANG et al. (1994) não observaram diferenças no desempenho e nas características de carcaça em novilhos alimentados em confinamento sob três dietas com 50% de feno e 50% de concentrado, sendo este substituído em 40 e 80% pela polpa cítrica. A ingestão de proteína e NDT/kg de ganho diminuiu com o aumento do nível de polpa cítrica na ração.

HIGHFILL et al. (1987) compararam fontes energéticas ricas em fibra (casca de soja, glúten de milho desidratado e polpa cítrica) com o milho e farelo de soja como suplemento, de 25% MS em dietas com feno de gramínea de baixa qualidade. A digestibilidade da matéria seca e a matéria orgânica digestível no rúmen não diferiram entre os tratamentos. A matéria orgânica e a proteína bruta microbiana (PBM) foram mais elevadas na dieta suplementada com 85% de polpa cítrica mais 12,5% de farelo de soja (PC-S) do que com 95% de milho mais 5% de farelo de soja (M-S), e a produção de PBM/100 g MODR foi maior para PC-S e menor para M-S. Os resultados foram interpretados como indicativos de que suplementos energéticos ricos em fibras são menos susceptíveis às interações alimentares negativas possivelmente, devido à redução dos efeitos inibitórios de bactérias amilolíticas, evitando alteração da potencialidade na microflora ruminal.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da inclusão da polpa cítrica na alimentação de búfalos em substituição ao milho em grãos no concentrado sobre o metabolismo ruminal por meio de avaliações da degradabilidade de nutrientes, pH, taxa de passagem do líquido e população de protozoários ciliados.

Material e Métodos

Quatro búfalos da raça Mediterrâneo fistulados no rúmen, apresentando peso médio de 384 kg, foram utilizados em um experimento conduzido em quadrado latino 4 x 4, com alimentação de quatro diferentes dietas em quatro períodos de 28 dias cada, sendo 21 dias de adaptação e sete dias de amostragem.

Os tratamentos compreenderam quatro rações isoprotéicas e isoenergéticas formuladas utilizando-se o feno de capim-*coastcross* (*Cynodon dactylon*) como volumoso (50% na MS) e, no concentrado, o milho em grãos moídos foi substituído pela polpa cítrica em níveis crescentes (0; 33,3; 66,6; e 100% na MS), constituindo os quatro tratamentos designados de nível de polpa cítrica (NP): NP0, NP33, NP66 e NP100. O farelo de soja foi utilizado para ajuste da proteína. As composições das rações utilizadas encontram-se na Tabela 1. O feno foi triturado e os animais foram alimentados uma vez ao dia, com ração suficiente para consumo *ad libitum* controlado diariamente, além de receberem mistura comercial de sal mineral completa colocada à vontade nos cochos.

Os procedimentos para o desenvolvimento da técnica de sacos de náilon foram feitos conforme ØRSKOV et al. (1980) e HUNTINGTON e GIVENS (1995), utilizando-se sacos de náilon, com 10 x 20 cm e abertura de poros de 53±10 micras (ANKOM®). Cerca de 9 g de cada ingrediente do concentrado foram colocados em cada saco e incubados no rúmen dos animais por 2, 4, 8, 12, 24 e 48 horas. Para o feno, foram utilizadas amostras de aproximadamente 7 g e incubadas no rúmen dos animais por 4, 8, 12, 24, 48,

Tabela 1 - Composição percentual das dietas utilizadas com teor de proteína bruta (PB) e concentração de energia metabolizável (EM)

Table 1 - Percentage composition of the crude protein (CP)content and metabolizable (ME) energy concentrations based diets

Ingredientes *Feedstuffs*	PB *CP*	Tratamentos *Treatments*			
		NP0	NP33	NP66	NP100
Feno de capim-*coastcross* (%) *Coastcross hay*	8,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Polpa cítrica peletizada (%) *Citrus pulp*	8,16	0,00	13,60	26,80	39,80
Milho em grãos moídos (%) *Ground corn*	10,95	41,20	27,10	13,40	0,00
Farelo de soja (%) *Soybean meal*	52,73	8,80	9,30	9,80	10,20
PB (% MS) *CP (%DM)*	-	13,15	12,98	12,82	12,63
EM (Mcal/kg MS)[1] *ME (Mcal/kg DM)[1]*	-	2,44	2,39	2,35	2,31

[1] Estimada de acordo com ARC (1980).
[1] *Estimated according to ARC (1980).*

72 e 96 horas. As frações solúveis foram determinadas em cada período mantendo-se o sacos imersos em água a 38°C por 4 minutos, conforme técnica utilizada por NOCEK (1988). Após as retiradas dos sacos do rúmen, os mesmos foram lavados individualmente de forma manual e levados à estufa de circulação de ar a 65 °C, por 72 horas, sendo, em seguida, devidamente pesados. As curvas de desaparecimento dos nutrientes das amostras incubadas no rúmen e da fração solúvel foram ajustadas aos modelos propostos por ØRSKOV e McDONALD (1979):

$$DP = a + b\ (1 - e\text{-}ct) \text{ e } DE = a + bc/c+k$$

em que DP é degradabilidade potencial; DE, degradabilidade efetiva; a, fração solúvel; b, fração potencialmente degradável; c, taxa de degradação no tempo " t "; e k, taxa de passagem do conteúdo ruminal.

As taxas de passagem do líquido ruminal de cada período foram determinadas com o uso de polietilenoglicol (PEG), como marcador, introduzindo-se 150 g no rúmen de cada animal. As análises de PEG nas amostras coletadas foram feitas pelo método turbidiométrico, conforme descrito por DEHORITY (1987). Foram estimadas duas degradabilidades efetivas, assumindo as taxas de passagem de 5%/h e o valor médio determinado com o uso de PEG.

Os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) dos ingredientes foram determinados conforme técnicas descritas por SILVA (1981). O pH ruminal foi determinado com medidor portátil digital de pH, imediatamente após as retiradas de amostras antes da alimentação e 2, 4 e 8 horas após.

Amostras de conteúdo ruminal dos animais foram coletadas nos últimos cinco dias de cada período, antes da alimentação, para identificação e contagens de protozoários ciliados segundo técnica descrita por FRANZOLIN (1996).

Os valores do desaparecimento e cinética ruminal de nutrientes e da concentração de protozoários ciliados foram analisados aplicando-se a opção contrastes do módulo GLM para análise de regressão do programa computacional SAS (SAS, 1996).

Resultados e Discussão

Degradabilidade ruminal

A ingestão média diária de matéria seca das rações foi de 7243 g por animal. Não houve diferença (P>0,05) entre os tratamentos na taxa de passagem do líquido ruminal, obtendo-se uma média alta de 10,47%/h, indicando existir influência do nível elevado de concentrado na ração, de 50% na MS.

As médias das curvas de desaparecimento dos nutrientes estudados do feno de *coastcross* podem ser observadas na Figura 1. Diferenças entre os tratamentos (P<0,05) foram observadas somente em 24 horas de incubação da MS e PB e em 72 horas da PB, com valores mais elevados em dietas com 33% de polpa cítrica que em dietas com milho. A cinética de degradabilidade *in situ* da MS, PB, FDN e FDA do feno de capim-*coastcross*, da MS e da PB do milho em grãos, da polpa cítrica e do farelo de soja, deter-

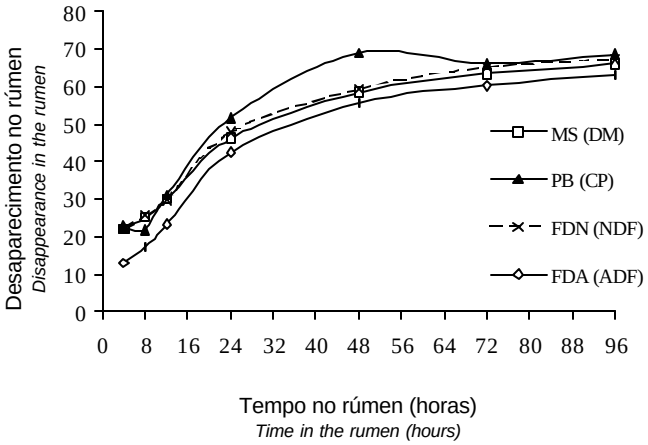

Figura 1 - Desaparecimento ruminal de nutrientes do feno de capim-*coastcross*, em búfalos.

Figure 1 - Ruminal disappearance of nutrients of coastcross grass hay, in buffaloes.

minada nos animais sob as quatro dietas, é apresentada nas Tabelas 2, 3 e 4, respectivamente. As frações solúveis "a" da MS, FDN e FDA do feno foram menores em NP33 e NP66 que NP0, obtendo-se efeito quadrático (P<0,05) com os níveis de substituição do milho pela polpa cítrica no concentrado, ou seja, a mistura entre o milho e a polpa cítrica nos dois níveis estudados, 33 e 66% MS, promoveu queda na fração solúvel da MS do feno, representada também pela diminuição da porção solúvel dos carboidratos complexos da parede celular. Houve também efeito quadrático significativo (P<0,05) da fração potencialmente degradável "b" da PB e FDN, com maiores valores nos tratamentos NP33 e NP66. As equações de regressão significativas encontram-se na Tabela 6.

A taxa de degradação "c" da PB da polpa cítrica apresentou comportamento linear positivo e a fração "b", negativo (P<0,05), em função do aumento dos níveis de inclusão da polpa cítrica na ração (Tabela 4). A polpa cítrica apresentou degradação muito rápida e alta quantidade de MS solúvel, de 43,94%, em média atingindo a assintótica da curva de desaparecimento entre 8 e 12 horas no rúmen (Figura 2), concordando com SCHULTZ et al. (1993), que verificaram ser a polpa cítrica rápida e extensivamente degradada no rúmen, atingindo 79% em 24 horas. A média da taxa de degradação da MS da polpa cítrica, de 11,30% foi superior ao do farelo de soja, de 8,29% e o dobro do milho, de 5,59%. Com isso, a média da degradabilidade efetiva da polpa cítrica foi alta, mesmo quando estimada com a alta taxa de passagem do líquido ruminal obtida de 10,47%/h. O farelo de soja e o milho apresentaram médias da degradabilidade efetiva da MS de 63,77 e 49,08%, respectivamente, conforme pode ser observado na Tabela 2. O feno de capim-*coastcross* desenvolveu uma curva de desaparecimento muito lenta, alcançando aproximadamente 65% em 96 horas (Figura 1), com média da taxa de degradação de 2,89%/h e degradabilidade efetiva da MS de 36,50%, estando próxima à da FDN, que foi 36,12% (Tabela 2). Houve efeito linear positivo na degradabilidade efetiva da FDA do feno de capim-*coastcross*, em função do aumento na inclusão de polpa cítrica na dieta, sugerindo que a polpa cítrica promove melhor fonte de energia para crescimento de microrganismos celulolíticos.

Outra observação interessante é o aumento no desaparecimento da MS e PB do milho de 12 para 24 horas em todos os tratamentos (Figuras 2 e 3), demostrando haver duas fases distintas, lenta degradação inicial até 12 horas e rápida degradação nas 12 horas seguintes.

As solubilidades da MS e da PB do farelo de soja diminuíram com a inclusão da polpa cítrica na dieta, conforme se pode observar nas Tabelas 3 e 4, respectivamente. A substituição do milho pela polpa cítrica promoveu aumento linear significativo na degradabilidade efetiva da PB da polpa cítrica, indicando adaptação do crescimento microbiano para a digestão ruminal da polpa cítrica, porém o inverso não foi observado, ou seja, a substituição da polpa cítrica pelo milho em grãos moídos no concentrado não alterou a degradabilidade do milho, mostrando melhor adaptação dos microrganismos à dieta com polpa

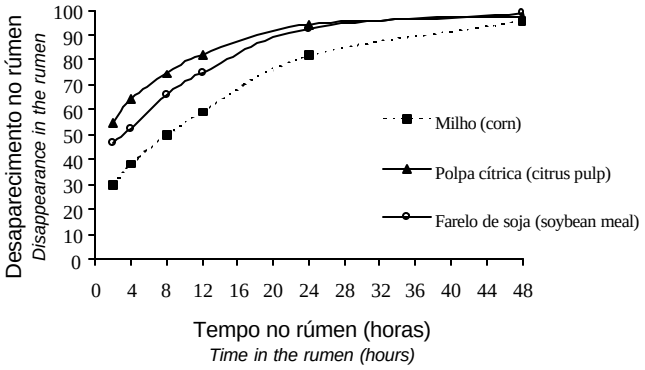

Figura 2 - Desaparecimento ruminal da matéria seca do milho, da polpa cítrica e do farelo de soja, em búfalos.

Figure 2 - Ruminal disappearence of dry matter of corn, citrus pulp and soybean meal, in buffaloes.

Tabela 2 - Características da degradabilidade *in situ* (%) de nutrientes do feno de *coastcross*, determinadas em búfalos sob dietas contendo níveis crescentes de polpa cítrica (NP) no concentrado

Table 2 - In situ degradability characteristics of nutrients (%) of coast cross hay measured with buffaloes fed diets with increasing levels of citrus pulp in the concentrate

Item	Tratamentos *Treatments*				EPM[1] *SEM[1]*	CV[2]
	NP0	NP33	NP66	NP100		
Matéria seca *Dry matter*						
a[3]	18,16	15,85	16,43	17,56	0,20	4,79
b[4]	50,22	55,00	55,46	53,65	1,00	15,93
c[5]	2,71	3,07	2,82	2,95	0,10	0,17
DP[6]	68,38	70,85	71,89	71,25	0,86	11,96
DE5[7]	35,63	36,64	36,43	37,30	0,32	3,47
DE10[8]	28,37	28,22	28,20	29,27	0,26	1,08
Proteína bruta *Crude protein*						
a[3]	21,06	19,43	20,10	20,30	0,76	15,07
b[4]	54,65	70,42	63,34	55,89	2,06	13,49
c[5]	2,48	2,47	3,07	3,04	1,56	22,52
DP[6]	75,71	89,85	83,44	76,19	2,27	11,19
DE5[7]	39,14	40,22	40,34	40,63	0,54	5,41
DE10[8]	31,59	31,59	32,25	32,43	0,33	4,11
Fibra em detergente neutro *Neutral detergent fiber*						
a[3]	12,61	8,42	8,86	10,46	0,37	14,50
b[4]	53,91	60,75	61,66	58,44	0,96	6,52
c[5]	3,72	4,25	4,05	4,17	0,18	17,63
DP[6]	66,52	69,17	70,52	68,90	0,80	4,63
DE5[7]	35,49	36,00	36,07	36,94	0,45	4,93
DE10[8]	26,70	25,75	25,83	27,08	0,40	6,07
Fibra em detergente ácido *Acid detergent fiber*						
a[3]	6,24	3,18	4,86	5,18	0,33	26,73
b[4]	56,77	65,42	61,57	60,90	1,12	7,33
c[5]	3,31	3,48	3,61	3,75	0,09	9,77
DP[6]	63,02	68,59	66,43	66,08	0,87	5,27
DE5[7]	28,65	29,83	30,58	31,10	0,24	3,22
DE10[8]	19,75	19,37	20,59	21,14	0,21	4,25

[1] EPM = erro-padrão da média; [2]CV = coeficiente de variação; [3]a = fração solúvel; [4]b= fração insolúvel potencialmente degradável; [5]c = taxa de degradação/h; [6]DP = degradabilidade potencial; [7]DE5 = degradabilidade efetiva (k=0,05); [8] DE10 = degradabilidade efetiva (k=0,1047).

[1] SEM = standard error of mean; [2]CV = coefficient of variation; [3]a = soluble fraction; [4]b= insoluble fraction potentially degradable; [5]c = degradation rate/h; [6]PD = potential degradability; [7]ED5 = effective degradability (k=.05); [8]ED10 = effective degradability (k=0.1047).

cítrica comparada à dieta com milho.

Os resultados obtidos no presente trabalho não concordam com os resultados obtidos por WING et al. (1982), os quais verificaram que a substituição de milho moído e farelo de trigo em dietas para novilhos em até 40% pela polpa cítrica não afetou significativamente a digestibilidade da MS, PB ou energia, concluindo que a presença da polpa cítrica na dieta não alterou o metabolismo ruminal. No entanto, são concordantes com os resultados de RANDEL et al. (1975), que observaram coeficientes de digestibilidade da MS significativamente maior para rações contendo diferentes níveis crescentes de inclusão da polpa cítrica em substituição à silagem de milho, uma vez que o aumento da digestão ruminal da fibra pelos microrganismos tende a produzir melhor digestibilidade da MS.

Protozoários ciliados no rúmen

As médias das concentrações dos protozoários ciliados por mL de conteúdo ruminal dos búfalos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de polpa cítrica em substituição ao milho no concentrado podem ser vistas na Tabela 5. As rações contendo polpa cítrica promoveram menores (P<0,05) concentrações de *Entodinium* e número total de ciliados do que a dieta sem polpa cítrica. As regressões foram

Tabela 3 - Características da degradabilidade *in situ* da matéria seca (%) do milho em grãos, da polpa cítrica e do farelo de soja, determinada em búfalos alimentados com rações contendo níveis crescentes de polpa cítrica (NP) no concentrado

Table 3 - In situ degradability characteristics of dry matter (%) from corn grain, citrus pulp and soybean meal measured in buffaloes fed diets with increasing levels of citrus pulp in the concentrate

Item	Tratamentos *Treatments*				EPM[1]	CV[2]
	NP0	NP33	NP66	NP100	*SEM[1]*	
Milho em grãos *Corn grain*						
a[3]	21,23	22,16	21,94	21,23	0,42	7,47
b[4]	81,00	80,95	86,64	79,58	1,00	4,90
c[5]	6,37	4,99	4,13	6,84	0,35	24,99
DP[6]	102,24	103,11	108,60	100,81	0,99	3,80
DE5[7]	65,65	62,40	60,92	66,13	0,64	3,99
DE10[8]	51,23	48,16	46,33	51,92	0,68	5,47
Polpa cítrica *Citrus pulp*						
a[3]	44,10	45,78	41,82	43,34	0,44	4,07
b[4]	53,50	50,07	58,46	55,56	0,97	7,16
c[5]	10,41	12,73	9,18	12,88	0,77	27,38
DP[6]	97,59	95,85	100,28	98,90	0,77	3,12
DE5[7]	80,19	81,28	78,76	82,83	0,71	3,53
DE10[8]	70,75	72,80	68,36	73,50	0,82	4,60
Farelo de soja *Soybean meal*						
a[3]	37,32	35,94	33,46	34,06	0,36	4,06
b[4]	63,27	66,68	68,29	67,00	0,54	3,25
c[5]	7,79	6,82	8,27	10,28	0,71	34,38
DP[6]	100,59	102,62	101,75	101,06	0,54	2,11
DE5[7]	75,52	74,13	75,70	77,03	0,68	3,61
DE10[8]	64,04	62,09	63,38	65,46	0,86	5,38

[1] EPM = erro-padrão da média; [2]CV = coeficiente de variação; [3]a = fração solúvel; [4]b= fração insolúvel potencialmente degradável; [5]c = taxa de degradação/h; [6]DP = degradabilidade potencial; [7]DE5 = degradabilidade efetiva (k=0,05); [8] DE10 = degradabilidade efetiva (k=0,1047).

[1] SEM = standard error of mean;[2]CV = coefficient of variation;[3]a = soluble fraction;[4]b= insoluble fraction potentially degradable;[5]c = degradation rate/h; [6]PD = potential degradability;[7]ED5 = effective degradability (k=.05); [8]ED10 = effective degradability (k=0.1047).

negativas e significativas (P<0,05) para esses dois parâmetros, mostrando diminuição dos ciliados com o aumento de substituição do milho pela polpa cítrica no concentrado, embora os coeficientes tenham sido pequenos, r = - 0,35 e - 0,46, respectivamente. As equações lineares podem ser vistas na Tabela 6.

Na composição total dos ciliados, houve predominância dos *Entodinium* em dietas contendo somente milho ou somente polpa cítrica no concentrado, enquanto a mistura dos dois ingredientes nos dois níveis, de 33 e 66%, promoveu predominância dos protozoários maiores pertencentes à subfamília *Diplodiniinae.* As diferenças observadas na composição dos ciliados entre os tratamentos podem ser atribuídas às diferentes fontes de energia dos ingredientes, o amido como carboidrato do milho e a pectina

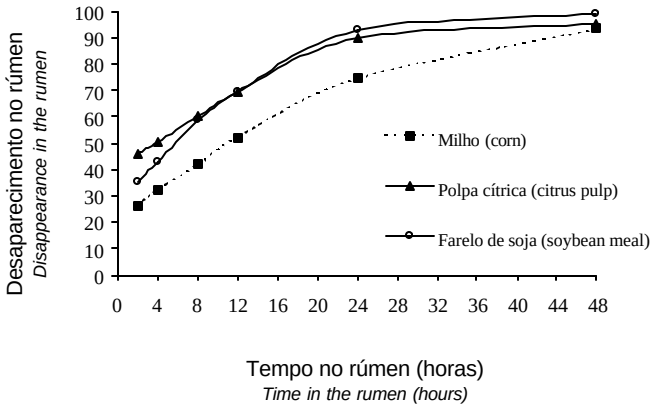

Figura 3 - Desaparecimento ruminal da proteína bruta do milho, polpa cítrica e farelo de soja, em búfalos.

Figure 3 - Ruminal disappearence of crude protein of corn, citrus pulp and soybean meal in water, in buffaloes.

Tabela 4 - Características da degradabilidade in situ da proteína bruta (%) do milho em grãos, da polpa cítrica e do farelo de soja, determinada em búfalos alimentados com rações contendo níveis crescentes de polpa cítrica (NP) no concentrado

Table 4 - In situ degradability characteristics of crude protein (%) from grain corn, citrus pulp and soybean meal measured in buffaloes fed diets with increasing levels of citrus pulp in the concentrate

Item	Tratamentos *Treatments*				EPM[1]	CV[2]
	NP0	NP33	NP66	NP100	*SEM[1]*	
Milho em grãos *Corn grain*						
a[3]	21,23	22,16	21,94	21,23	0,42	7,47
a[3]	18,51	19,88	20,00	20,98	0,79	15,85
b[4]	89,89	92,82	91,04	85,34	1,77	7,89
c[5]	3,85	3,31	3,65	4,71	0,28	28,49
DP[6]	108,39	112,70	111,04	106,32	1,76	6,42
DE5[7]	57,46	56,70	58,09	60,20	0,79	5,46
DE10[8]	42,41	42,09	43,36	46,00	0,85	7,82
Polpa cítrica *Citrus pulp*						
a[3]	38,04	35,51	40,71	40,48	0,71	7,34
b[4]	70,13	66,30	60,91	60,37	1,67	10,39
c[5]	4,53	4,62	7,09	9,80	0,91	56,08
DP[6]	108,17	101,81	101,62	100,85	1,46	5,67
DE5[7]	69,88	67,01	75,10	77,60	1,21	6,71
DE10[8]	58,23	55,58	64,28	67,29	1,14	7,45
Farelo de soja *Soybean meal*						
a[3]	24,82	22,72	18,76	17,79	0,49	9,33
b[4]	76,87	81,44	85,09	86,22	0,69	3,34
c[5]	8,04	6,68	8,25	9,96	0,74	36,03
DP[6]	101,68	104,16	103,85	104,01	0,73	2,83
DE5[7]	71,54	69,09	71,02	72,04	0,86	4,87
DE10[8]	57,66	54,35	55,74	57,23	1,07	7,63

[1] EPM = erro-padrão da média; [2]CV = coeficiente de variação; [3]a = fração solúvel; [4]b= fração insolúvel potencialmente degradável; [5]c = taxa de degradação/h; [6]DP = degradabilidade potencial; [7]DE5 = degradabilidade efetiva (k=0,05); [8] DE10 = degradabilidade efetiva (k=0,1047).

[1] SEM = standard error of mean;[2]CV = coefficient of variation;[3]a = soluble fraction;[4]b= insoluble fraction potentially degradable;[5]c = degradation rate/h; [6]PD = potential degradability;[7]ED5 = effective degradability (k=.05); [8]ED10 = effective degradability (k=0.1047).

como fibra solúvel existente na polpa cítrica, que podem ter promovido diferenças no crescimento microbiano, favorecendo determinadas espécies de ciliados. É interessante notar que, embora o milho e a polpa cítrica sejam completamente diferentes quanto à composição química estrutural do principal carboidrato presente, houve semelhante composição ruminal de ciliados entre o tratamento contendo exclusivamente milho e aquele contendo somente polpa cítrica no concentrado, mantendo a relação *Entodinium:Diplodiniinae* bem acima de 1, acontecendo o mesmo efeito quando os ingredientes que apresentaram a mesma relação abaixo de 1 foram misturados. Essa alteração na fauna ruminal pode estar associada com a velocidade de utilização dos dois carboidratos pelos dois grupos de ciliados, os *Entodinium* e os da subfamília *Diplodiniinae*. Provavelmente haja a mesma adaptação da fauna com uma fonte exclusiva de carboidrato, enquanto a mistura dos carboidratos promove maior competição entre os ciliados pelo substrato com favorecimento dos grandes protozoários pertencentes à subfamília *Diplodiniinae* na fauna total.

Não houve diferença (P>0,05) no pH do líquido ruminal entre os tratamentos, que foram 6,94 (NP0), 6,84 (NP33), 6,79 (NP66) e 6,83 (NP100), com média de 6,85. As curvas diárias de pH podem ser observadas na Figura 4. Houve aumento do pH após uma hora da alimentação em todos os tratamentos. Logo após, observou-se que a mistura de milho com polpa cítrica nos dois níveis estudados, de 33 e 66%, resultou em queda no pH ruminal até 4 horas após a alimentação, enquanto em dietas exclusivas de milho e de polpa cítrica esse declínio seguiu-se até 8 horas após a

Tabela 5 - Concentração (número x 10^5 por mL) e composição (entre parênteses %) de protozoários ciliados no conteúdo ruminal de búfalos sob dietas com níveis crescentes de polpa cítrica (NP) no concentrado

Table 5 - Rumen protozoa concentration (number x 10^5 per mL) and composition (parenthesis %) in buffaloes fed diets with increasing level diets of citrus pulp (NP) in concentrate

Item	Tratamentos *Treatments*				
Protozoa	NP0	NP33	NP66	NP100	r^{2*}
Entodinium	7,62(65,0)	2,78(37,8)	3,43(46,9)	3,61(60,8)	-0,35
Diplodiniinae	3,72(31,7)	3,82(52,0)	3,49(47,7)	1,92(32,3)	NS
Epidinium	0,37(3,1)	0,74(10,1)	0,37(5,0)	0,40(6,7)	NS
Isotricha	0,02(0,2)	0,01(0,1)	0,03(0,4)	0,01(0,2)	NS
Total	11,73	7,35	7,32	5,93	-0,46
Entod:Diplod.	2,05	0,73	0,98	1,88	

*r^2 = Coeficiente de determinação significativo (P<0,05); NS = Não-significativo.

**r^2 = Significant coefficient of determination (P<0.05); NS = Not significant.*

alimentação. Nestas condições, os valores de pH obtidos não corroboraram as informações de VAN SOEST (1987) e VAN SOEST (1994) de que a polpa cítrica por apresentar alto teor de pectina promoveria efeito tamponante no rúmen, mantendo um pH mais elevado em animais sob dietas com polpa cítrica do que com o mesmo nível de outro carboidrato solúvel, como o amido do milho, por propiciar o desenvolvimento de fermentação acética em vez de de lática. Entretanto, embora não tenha havido diferença entre os tratamentos nos valores de pH, estes foram elevados para dietas contendo 50% de concentrado, mesmo na dieta sem a polpa cítrica. Assim, pode mesmo ter ocorrido efeito tamponante na fermentação produzida no rúmen. O experimento foi realizado em um esque-

Tabela 6 - Equações de regressão das características de degradabilidade e concentração de protozoários ciliados no rúmen obtidas em bubalinos sob dietas contendo níveis crescentes de polpa cítrica no concentrado

Table 6 - Regression equations of degradability characteristics and rumen ciliate protozoa concentration obtained from buffaloes on diets with increasing levels of citrus pulp in concentrate pulp

Item	Nutrientes *Nutrients*	Equação de regressão *Regression equations*	R^2
Feno de *coastcross*			
Coastcross hay			
a	MS	$\hat{Y} = 0{,}0008X^2 - 0{,}080X + 18{,}038$	0,912
a	FDN	$\hat{Y} = 0{,}0013X^2 - 0{,}148X + 12{,}429$	0,941
a	FDA	$\hat{Y} = 0{,}0008X^2 - 0{,}079X + 5{,}927$	0,606
b	PB	$\hat{Y} = -0{,}0052X^2 - 0{,}508X + 55{,}816$	0,835
b	FDN	$\hat{Y} = -0{,}0023X^2 - 0{,}270X + 54{,}012$	0,995
c	PB	$\hat{Y} = 0{,}0068X + 2{,}425$	0,769
DE5	FDA	$\hat{Y} = 0{,}0243X + 28{,}831$	0,965
Polpa cítrica			
Citrus pulp			
b	PB	$\hat{Y} = -0{,}1039X + 69{,}597$	0,923
c	MS	$\hat{Y} = 0{,}0003X^2 - 0{,}0203X + 11{,}073$	0,130
DE5	PB	$\hat{Y} = 0{,}0939X + 67{,}724$	0,702
Protozoários ruminais			
Rumen protozoa			
Entodinium		$\hat{Y} = -0{,}034X + 6{,}0515$	0,441
Total		$\hat{Y} = -0{,}052X + 10{,}682$	0,795

a = fração solúvel; b = fração insolúvel potencialmente degradável; c = taxa de degradação/h; DE5 = degradabilidade efetiva (k=0,05), em que $\hat{}$ = (%) e X = nível de polpa cítrica no concentrado.

Protozoários ruminais, em que $\hat{}$ = número x 10^5/mL de conteúdo ruminal e X = nível de polpa cítrica no concentrado

a = soluble fraction; b = insoluble fraction potentially degradable; c = degradation rate/h;ED5 = effective degradability (k=.05) where $\hat{}$ = (%) and X = citrus pulp in the concentrate.

Rumen protozoa, where $\hat{}$ = number x 10^5 / mL of rumen contents and X = citrus pulp in the concentrate.

ma em quadrado latino 4 x 4, em que todos os animais passaram por todos os tratamentos e, apesar de terem sido alimentados por um período de adaptação de 21 dias, não se pode descartar totalmente possível efeito residual das dietas com polpa cítrica sobre a dieta somente com milho. Efeitos semelhantes foram observados por PINZON e WING (1976) em novilhos alimentados com níveis crescente de substituição do milho pela polpa cítrica no concentrado com o bagaço de cana como volumoso (33% MS) e níveis alto de uréia (5% na dieta). O aumento da porcentagem de polpa cítrica na dieta de 0, 19, 38 e 55% promoveu diminuição nos valores de pH ruminal, de 6,85; 6,65; 6,61; e 6,51, mantendo-se também elevados para dietas ricas em concentrados. Esse interessante nível elevado do pH ruminal produzido com a dieta contendo 50% de concentrado composto de 82,4% de milho e 17,6% de farelo de soja não pôde ser devidamente esclarecido neste trabalho. HIGHFILL et al. (1987) também não verificaram diferenças no pH ruminal em vacas sob dietas de feno suplementadas com milho ou com polpa cítrica e farelo de soja.

Apesar das diferenças observadas na curva de pH, mantendo-se comportamento semelhante entre os tratamentos NP0 e NP100 e entre NP33 e NP66 (Figura 4), os valores médios de pH elevados e com pequenas variações entre os tratamentos não permitem esclarecer as diferenças na concentração e composição dos ciliados observadas.

No geral, a composição da fauna ruminal dos búfalos sob dietas com diferentes níveis de polpa cítrica no concentrado concorda com outras observadas em bubalinos sob diversos sistemas de alimentação,

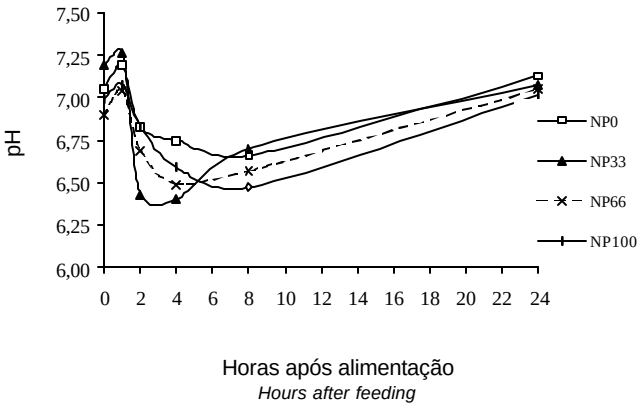

Figura 4 - Curvas de pH do conteúdo ruminal em búfalos sob dietas com diferentes níveis de polpa cítrica (NP).
Figure 4 - Ruminal pH curves in buffaloes fed diets with increasing levels of citrus pulp (NP).

apresentando maior proporção de *Diplodininae* do que *Entodinium* (FRANZOLIN, 1996; FRANZOLIN et al., 1998; e FRANZOLIN e DEHORITY, 1999).

O efeito quadrático da fração solúvel da MS, FDN e FDA do feno de capim-*coastcross*, em função dos maiores valores nas dietas com 0 e 100% de polpa cítrica, concorda com os resultados obtidos na composição, e não na concentração da fauna ruminal, já que esses tratamentos apresentaram semelhantes composições, mantendo-se a proporção *Entodinium:* Diplodiniinae próxima a 2, mas o tratamento sem polpa cítrica apresentou quase o dobro da concentração total de ciliados que a dieta exclusiva de polpa cítrica no concentrado. As dietas sem a polpa cítrica ou com 100% de inclusão da polpa cítrica no concentrado, favoreceram o desenvolvimento da população de *Entodinium* no rúmen, melhorando a solubilidade do feno, enquanto a mistura de milho com polpa cítrica favoreceu o crescimento dos ciliados da subfamília Diplodiniinae, melhorando a degradabilidade efetiva da fração fibrosa, representada pela melhor degradabilidade da fração potencialmente degradável "b".

Conclusões

Os dados obtidos da degradabilidade ruminal e da população de ciliados com búfalos alimentados com as quatro rações evidenciam efeito de interação do milho com a polpa cítrica, promovendo modificações no metabolismo ruminal, especialmente na solubilidade dos nutrientes, na curva do pH e na composição da fauna.

A substituição do milho em grãos moídos pela polpa cítrica no concentrado, em rações para búfalos, promove diminuição no número de *Entodinium* e na concentração total/mL de conteúdo ruminal.

A polpa cítrica propicia melhora na degradabilidade efetiva da FDA e, também, no fornecimento de energia para o crescimento microbiano celulolítico.

Referências Bibliográficas

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. 1980. *The nutrient requirements of ruminants livestock.* Wallingford: CAB International. 351p.

BRANCO, A.F., ZEOULA, L.M., PRADO, I.M. et al. 1994. Valor nutritivo da polpa de citrus *in natura* para ruminantes. *Revista UNIMAR* 16 (suplemento 1): 37-48.

BROWN, W.F., JOHNSON, D.D. 1991. Effect of energy and protein supplementation of ammoniated tropical grass hay on the growth and carcass characteristics of cull cows. *J. Anim. Sci.*, 69(1):348-357.

COOMER, J.C., AMOS, H.E. The relationships between non-

structural carbohydrates and milk production in lactating dairy cows. In: GEORGIA NUTRITION CONFERENCE FOR THE FEED INDUSTRY, 1992. Georgia, Atlanta. *Proceedings*... Atlanta, 1992. p.80-86.

DEHORITY, B.A. 1987. *Use of PEG as rumen marker*. Animal Science 830.07, OARDC/OSU, Wooster. 4 p.

FRANZOLIN, R. *Comparação da fauna ruminal e da degradabilidade da dieta entre búfalos e bovinos zebuínos alimentados à base de cana-de-açúcar.* Pirassununga,SP: FZEA, 1996, 78p. Tese de Livre-Docência, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, 1996.

FRANZOLIN, R., FRANZOLIN, M.H.T., SILVA, J.R. 1998. Avaliação da população de protozoários ciliados no rúmen, retículo e omaso e do trato digestivo em búfalos alimentados em três níveis de energia. *Rev. Facult. Agronomia*, 15(1):58-63.

FRANZOLIN, R., DEHORITY, B.A. 1999. Comparison of protozoal populations and digestion rates between water buffalo and cattle fed an all forage diet. *J. Appl. Anim. Res*., 16(1):33-46.

HIGHFILL, B.D., BOGGS, D.L., AMOS, H.E. et al. 1987. Effects of high fiber energy supplements on fermentation characteristics and in vivo and in situ digestibilities of low quality fescue hay. *J. Anim. Sci.*, 65(1):224-234.

HUNTINGTON, J.A., GIVENS, D.I. 1995. The *in situ* technique for studing the rumen degradation of feeds: a review of procedure. *Nutrition Abstracts and Reviews (Series B*), 65(2): 63-93.

HUTTON, K. *Citrus pulp in formulated diets.* In: RECENT ADVANCES IN ANIMAL NUTRITION IN AUSTRALIA, 1987, Armidale. *Proceedings*... Armidale, 1987. p.297-316.

KANG, S.W., JIN, S.H., LEE, W.S. et al. 1994. Effect of fresh citrus pulp on beef production and feed efficiency of improved Cheju bulls. *RDA J. Agric. Sci. Livest*., 36(1):517-522.

KIRK, W.G., KOGER, M. 1970. Citrus products in cattle finishing rations: a review of research at range cattle station (1946-60). *Ext. Bull. Fla. Agric. Exp. Station.*, v.739, 34p.

LANZA, A. 1984. Dried citrus pulp in animal feeding. In: *Developments in food science. 9. Food industries and the environment*. Budapeste: Akademiai Kiado. p.189-198.

LUCCI, C.S., VELLOSO, L., MASOTTI, N. et al. 1975. Polpa seca de laranja versus milho desintegrado, em misturas concentradas para vacas em lactação. *Rev. Fac. Med. Vet. Zootec. Univ. S. Paulo*, 12(2): 163-168.

NOCEK, J.E. 1988. *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. *J. Dairy Sci.*, 71(8):2051-2069.

ØRSKOV, E.R., DEB HOVELL, F.D., MOULD, F. 1980. The use of the nylon bag technique for evaluation of feedstuffs. *Trop. Anim. Prod.*, *5*(3):195-213.

ØRSKOV, E.R.,McDONALD, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci.*, 92(2):499-503.

PINZON, F.J., WING, J.M. 1976. Effects of citrus pulp in high urea rations for steers. *J. Dairy Sci*., 59:100-105.

RANDEL, P.F., VAN HORN, H.H., WILCOX, C.J. et al. 1975. Supplemental nitrogen by the metabolizable protein concept. *J. Dairy Sci*., 58:1109-1112.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM- SAS 1996. *User's guide*: version 6.4. Cary, North Caroline. 956p.

SCHULTZ, T.A., COLLAR, C.A., BATH, D.L. et al. 1993. *Rumen digestion of various dairy feedstuffs compared in tests*. California Agriculture, v.3. 29p.

SILVA, D.J. 1981. *Análise de alimentos - métodos químicos e biológicos*. Viçosa: UFV. 166p.

STERN, M.D., ZIERMER, C.J. *Digestible fiber sources for dairy cattle*. In: MINNESOTA NUTRITION CONFERENCE, 53, 1992, Bloomington, Minnesota. *Proceedings*... Bloomington, 1992. p.37-56.

STERN, M.D., ZIERMER, C.J. 1993. Consider value, cost when selecting nonforage fibre. *Feedstuffs*, 65(2):14-17.

VAN SOEST, P.J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant.* 2.ed. New York: O & B Books, Inc. 476p.

VAN SOEST, P.J. 1987. Soluble carbohydrates and the non-fiber components of feeds. *Large Animal Vet.*, 42(1):44-46.

VELLOSO, L, MASOTTI, N., BECKER, M. et al. 1974. Polpa cítrica peletizada para bovinos em confinamento. *Rev. Fac. Med. Vet. Zootec. Univ. S. Paulo*, 11: 21-25.

WING, J.M., BECKER, R.B., VAN HORN, H.H. et al. 1992. *Citrus feedstuffs for dairy cattle.* Bulletin of Agricultural-Experiment-Station, University of Florida. 25p.

Recebido em: 28/09/99
Aceito em: 07/08/00