

## Digestibilidade e Balanço de Nitrogênio em Ovinos Alimentados à Base de Dietas com Elevado Teor de Concentrado e Níveis Crescentes de Polpa Cítrica Peletizada<sup>1</sup>

Wignez Henrique<sup>2</sup>, Alexandre Amstalden Moraes Sampaio<sup>3</sup>, Paulo Roberto Leme<sup>4</sup>, Guilherme Fernando Alleoni<sup>5</sup>, Dante Pazzanese Duarte Lanna<sup>6</sup>, Euclides Braga Malheiros<sup>7</sup>

**RESUMO** - O experimento foi realizado com o objetivo de determinar os coeficientes de digestibilidade, a ingestão de nutrientes e o balanço de nitrogênio de dietas com 20% de silagem de milho e 80% de concentrado e 0, 25, 40 e 55% de polpa cítrica na matéria seca total, substituindo o milho em grão. Em delineamento de blocos ao acaso, foram utilizados oito cordeiros mestiços, com nove meses de idade e 34 kg de peso, mantidos em gaiolas individuais com dispositivo para separação de fezes e urina. O período de coleta de alimento, sobras, fezes e urina foi de seis dias e a quantidade de alimento oferecido correspondeu à média do consumido nos três últimos dias do período de adaptação. O experimento foi desenvolvido em duas fases, utilizando-se os mesmos animais, que foram distribuídos em blocos pelo peso. Os resultados foram analisados por regressão polinomial. Houve aumento linear nos coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta e da fibra em detergente ácido, com o aumento da participação da polpa cítrica na dieta. Os demais coeficientes de digestibilidade não diferiram entre si e foram, respectivamente: 71,8; 73,3; 77,2; 63,5; e 72,2%; para matéria seca, matéria orgânica, extrato etéreo, fibra em detergente neutro e hemicelulose. O teor médio de nutrientes digestíveis totais foi de 72,39%. Houve aumento linear da ingestão de matéria seca e de nutrientes digestíveis totais por dia e por peso metabólico, com o aumento de polpa cítrica na dieta. O mesmo ocorreu com a quantidade de nitrogênio ingerido, absorvido, urinário e retido. O aumento da participação da polpa cítrica peletizada até 55% da matéria seca da dieta, substituindo o grão de milho, implicou em melhor aproveitamento da fibra e eficiência no metabolismo do nitrogênio.

Palavras-chave: consumo, nutrientes digestíveis totais, silagem de milho, pectina

## Digestibility and Nitrogen Balance by Sheep Fed High Concentrate Diets with Increasing Levels of Dried Citrus Pulp Pellets

**ABSTRACT** - The experiment was developed at Instituto de Zootecnia in São José do Rio Preto, SP, and the objective was to evaluate the digestibility coefficients, the nutrients intake, and the nitrogen balance of diets with 20% of corn silage and 80% of concentrate and 0, 25, 40 and 55% of citrus pulp in total dry matter, replacing corn grain. Eight crossbred lambs, with nine months of age and 34 kg of liveweight, were fed in individual cages, where feces and urine could be separated. During six days, feed, orts, feces and urine were weighed and sampled. The amount of feed offered was the mean of the intake in the last three days of the adaptation period. The experiment consisted of two phases, using the same animals, which were blocked by liveweight. Data were analyzed by regression. There was linear increase in the apparent digestibility coefficients of the crude protein and of the acid detergent fiber with higher levels of citrus pulp. The digestibility coefficients did not differ and means were, respectively: 71.8, 73.3, 77.2, 63.5, and 72.2%, for dry matter, organic matter, ether extract, neutral detergent fiber and hemicellulose. The total digestible nutrients mean was 72.39%. Increasing citrus pulp in the diet caused a linear and significant increase of dry matter and total digestible nutrients intake by day and by metabolic weight. Similar effects were observed for the amount of ingested, absorbed, urinary and retained nitrogen. An increasing proportion of citrus pulp up to 55% of the dietary dry matter, replacing corn grain, resulted in improvement of the fiber utilization and of the efficiency of nitrogen metabolism.

Key Words: corn silage, intake, pectin, total digestible nutrients

### Introdução

Existe grande variedade de cereais que podem ser utilizados na alimentação de ruminantes. Ao longo dos anos, esses ingredientes têm sido substituídos por

subprodutos ricos em energia, provenientes da indústria alimentícia. Essa substituição justifica-se pela disponibilidade desses cereais convencionais para a alimentação humana, mas, principalmente, porque os ruminantes são capazes de transformar esses

<sup>1</sup> Parte da Tese de Doutorado da primeira autora junto a FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP.

<sup>2</sup> Pesq. Científica, Instituto Zootecnia, São José do Rio Preto, SP, Bolsista CNPq. E-mail: wignez@terra.com.br

<sup>3</sup> Professor, Depto. Zootecnia/FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP, Bolsista CNPq. E-mail: sampaio@fcav.unesp.br

<sup>4</sup> Professor, Depto. Zootecnia/FZEA/USP, Pirassununga, SP, Bolsista CNPq. E-mail: prleme@usp.br

<sup>5</sup> Pesquisador Científico, Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, SP. E-mail: alleoni@izsp.br

<sup>6</sup> Professor, Depto. Zootecnia/ESALQ/USP, Piracicaba, SP, Bolsista CNPq. E-mail: dplanna@esalq.usp.br

<sup>7</sup> Professor, Depto C. Exatas/FCAV/UNESP, Jaboticabal, SP, Bolsista CNPq. E-mail: euclides@fcav.unesp.br

subprodutos, geralmente poluidores, em alimentos de elevado valor nutritivo. Inclui-se nesse contexto a polpa cítrica, subproduto da indústria de produção de suco de laranja, que foi ofertada no mercado interno a partir de 1993. A polpa cítrica peletizada tem sido assim estudada como alimento para ruminantes, principalmente em comparação com outras fontes energéticas.

A polpa cítrica apresenta menor teor de proteína bruta que o milho em grão, e essa proteína pode ainda ser menos digestível. Bhattacharya & Harb (1973) e Schaibly & Wing (1974) encontraram menores coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta na polpa cítrica, do que no milho em grão. A eficiência da síntese de proteína microbiana também foi menor com a utilização da polpa cítrica na dieta (Highfill et al., 1987).

Muitos trabalhos apresentados na literatura não mostraram diferença na digestibilidade dos diversos nutrientes (Wing, 1975; Esteves et al., 1987; Brown & Johnson, 1991), mas os resultados ainda não são conclusivos. Schaibly & Wing (1974) encontraram aumento das digestibilidades da matéria seca e da energia com a substituição de até 2/3 da silagem de milho pela polpa cítrica, enquanto Pinheiro et al. (2000) encontraram menores coeficientes de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, energia bruta e fibra em detergente neutro nos níveis 60 e 80% de substituição do milho pela polpa cítrica, comparados com os níveis 40 e 100%, para bovinos recebendo dieta composta com 50% de volumoso.

A polpa cítrica peletizada apresenta alto teor de pectina, que é um componente da parede celular e é a substância que lhe confere alto valor energético. Devido à presença da pectina, a polpa cítrica proporciona um ambiente ruminal mais propício à degradação da fração fibrosa da dieta do que o milho em grão, que é rico em amido (Wing, 1975; Van Soest, 1982; Fegeros et al., 1995). Assim, a pectina se comporta como um carboidrato não-estrutural, tendo rápida e extensiva degradação pelos microrganismos do rúmen, embora, quando se trata de produtos finais da fermentação, assemelhe-se aos carboidratos estruturais, proporcionando um padrão de ácidos graxos voláteis similar a dietas contendo níveis significativos de volumosos. Maiores relações acetato/propionato e maiores valores de pH foram obtidos por Ben-Ghedalia et al. (1989), comparando dietas com polpa cítrica e cevada, ingrediente rico em amido. Por

essas características, geralmente são obtidas maiores digestibilidades da fração fibrosa de dietas com a participação da polpa cítrica (Bhattacharya & Harb, 1973; Pascual & Carmona, 1980; Fegeros et al., 1995; Menezes Jr. et al., 2000). Fegeros et al. (1995) estimaram o conteúdo energético da polpa cítrica em 1,66 Mcal de energia líquida de produção por quilograma de matéria seca, sendo que esse valor foi inferior ao citado pelo NRC (1996). Pode ter havido interferência do tipo da fruta e do processamento utilizado na produção da polpa cítrica. A substituição total do milho pela polpa cítrica em dietas com altos teores de concentrado determinou diminuição das energias digestível e metabolizável, bem como na retenção de compostos nitrogenados (Bhattacharya & Harb, 1973).

Sampaio et al. (1984) apontaram que o valor de nutrientes digestíveis totais (NDT) para a polpa de citros de 63%, apresentado na tabela compilada pela Universidade da Flórida, provavelmente esteja subestimado, e encontraram citações na literatura em que esse valor chegou até a 70%. Foram encontrados valores de aproximadamente 80% de NDT em trabalhos publicados (Bhattacharya & Harb, 1973) e outras tabelas de composição de alimentos (NRC, 1996), o que sugere que o seu teor energético é 13% inferior ao do milho. Outros autores indicaram valores entre 83 e 88% de NDT (Ashbell, 1992).

Assim, este experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar os coeficientes de digestibilidade, a ingestão de nutrientes e o balanço de nitrogênio por ovinos recebendo dietas com alto teor de concentrado e níveis de substituição do milho em grão pela polpa cítrica peletizada.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado no Instituto de Zootecnia de São José do Rio Preto, SP, durante o ano de 2000. Foram comparados os valores nutritivos, por intermédio de ensaio de digestibilidade pelo método de coleta total de fezes, de quatro tratamentos (níveis de participação da polpa cítrica peletizada na dieta):

1. 0% de polpa cítrica peletizada
2. 25% de polpa cítrica peletizada
3. 40% de polpa cítrica peletizada
4. 55% de polpa cítrica peletizada

Essas porcentagens na matéria seca da dieta, e a polpa cítrica peletizada foi introduzida na dieta substituindo o milho em grão. As composições dos trata-

mentos (dietas experimentais) encontram-se na Tabela 1.

Foram utilizados oito cordeiros mestiços, inteiros, com idade aproximada de nove meses e 34 kg de peso, além de mais dois animais de reserva. Antes do início do experimento, os animais foram mantidos em pastagens de boa qualidade e receberam alimento concentrado.

O experimento foi desenvolvido em duas fases, sendo cada uma delas com duração de 26 dias, e espaçadas entre si de 15 dias. Os mesmos animais foram utilizados nas duas fases. Antes do início da primeira fase, os animais passaram por um período pré-experimental para adaptação ao tipo de dieta,

rica em concentrado, durante dez dias. Entre as duas fases, os animais foram mantidos em pastagens, recebendo quantidades de concentrado próximas às consumidas na primeira fase.

No início e no final de cada fase do experimento, os animais foram pesados e, no início de cada fase, receberam vermífugo na dose recomendada. Após pesagem, os animais foram distribuídos em dois blocos, equilibrados pelo peso, sorteando-se o tratamento para cada animal e em cada fase. O experimento foi então delineado em blocos ao acaso, com quatro repetições.

Durante todo o ensaio, os animais foram mantidos em gaiolas para estudos de metabolismo, com dispo-

Tabela 1 - Composição das dietas experimentais (porcentagem da matéria seca)  
Table 1 - Composition of the experimental diets (in dry matter basis)

Ingredientes <i>Ingredients</i>	Tratamentos – Porcentagem de polpa cítrica <i>Treatments – Percentage of citrus pulp</i>			
	0	25	40	55
Silagem de milho <i>Corn silage</i>	20,00	20,00	20,00	20,00
Polpa cítrica <i>Citrus pulp</i>	0,00	25,00	40,00	55,00
Milho em grão moído <i>Corn ground grain</i>	67,40	41,45	25,65	9,35
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	10,20	12,20	13,00	14,10
Fosfato bicálcico <i>Dicalcium phosphate</i>	0,00	0,20	0,30	0,50
Uréia <i>Urea</i>	0,30	0,30	0,30	0,30
Monensina sódica <i>Sodium monensin</i>	0,02	0,02	0,02	0,02
Sulfato de amônio <i>Ammonium sulfate</i>	0,03	0,03	0,03	0,03
Calcário calcítico <i>Limestone</i>	1,10	0,00	0,00	0,00
Sal mineral <i>Mineral salt</i>	0,70	0,70	0,70	0,70
Cloreto de potássio <i>Potassium chloride</i>	0,25	0,10	0,00	0,00
Valores estimados <sup>2</sup> <i>Estimated values</i>				
Nutrientes digestíveis totais, % <i>Total digestible nutrients, %</i>	82,73	81,57	80,17	78,94
Energia metabolizável, Mcal/kg <i>Metabolizable energy, Mcal/kg</i>	2,99	2,95	2,90	2,85
Proteína bruta, % da MS <sup>1</sup> <i>Crude protein, % of DM<sup>1</sup></i>	13,60	13,70	13,60	13,60
Cálcio, % da MS <sup>1</sup> <i>Calcium, % of DM<sup>1</sup></i>	0,43	0,56	0,86	1,18

<sup>1</sup> MS – Matéria seca (DM – Dry matter).

<sup>2</sup> Estimativas obtidas a partir da composição dos ingredientes (NRC, 1996).

<sup>2</sup> Estimates obtained from ingredient composition (NRC, 1996).

sitivo para separação e coleta de urina e fezes, com livre acesso à água. Os alimentos foram fornecidos em duas refeições diárias, na forma de ração completa, permitindo-se pelo menos 10% de sobras de alimentos, em matéria natural. Como cada fase consistiu de dois períodos; no primeiro, de 20 dias, os animais foram adaptados às gaiolas, às dietas e ao manejo, e os últimos três dias foram utilizados para cálculo do consumo voluntário individual.

Em seguida, foi realizado o segundo período, de coleta de amostras, tendo sido pesados diariamente o alimento oferecido, as sobras e fezes e urina produzidas, individualmente, durante seis dias, sendo também medido o volume de urina produzida (Schneider & Flatt, 1975). Durante esse período, foi colocada à disposição de cada animal a quantidade de alimento correspondente ao seu consumo médio nos últimos três dias do período anterior. Diária e individualmente, foram retiradas: amostra do alimento oferecido, toda a sobra de alimento do dia anterior, 10% da quantidade total de fezes e 10% do volume de urina produzida.

Para que não houvesse perda de compostos nitrogenados da urina por volatilização, foi colocada no recipiente, antes da coleta, uma solução de ácido clorídrico a 10%, em volume correspondente a 10% da quantidade de urina produzida no dia anterior.

As amostras diárias e individuais de alimento, sobras, urina e fezes foram mantidas em congelador até o final do ensaio, quando então foram compostas por animal, dentro de cada fase. Foram determinados os teores de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral, matéria orgânica, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, hemicelulose e lignina, nos alimentos oferecidos, sobras e fezes. Foi determinado também o teor de nitrogênio nas amostras de urina. As análises de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido dos alimentos oferecidos e das sobras foram feitas seqüencialmente, segundo metodologia de Van Soest et al. (1991). Todas as análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Ruminantes da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal.

Todas as variáveis foram analisadas (SAS, 1996) quanto à normalidade de distribuição pelo teste de Shapiro-Wilk e homogeneidade da variância pelo teste de Bartlett, considerando-se até 5% de probabilidade como limite de significância. Os resultados foram então avaliados estatisticamente por análise de regressão polinomial até terceiro grau, considerando-se blocos ao acaso como fonte de variação, com quatro repetições. Os coeficientes de determinação ( $r^2$ )

Tabela 2 - Composição químico-bromatológica da silagem de milho e dos concentrados utilizados

Table 2 - Chemical composition of corn silage and concentrates

Componentes <i>Components</i>	Silagem de milho <i>Corn silage</i>	Concentrados - Porcentagem de polpa cítrica <i>Concentrates - Percentage of citrus pulp</i>			
		0	25	40	55
Matéria seca, % <i>Dry matter, %</i>	29,07	86,60	85,79	84,97	84,51
Proteína bruta <sup>1</sup> <i>Crude protein<sup>1</sup></i>	7,30	14,39	14,88	14,57	14,75
Extrato etéreo <sup>1</sup> <i>Ether extract<sup>1</sup></i>	2,15	3,66	3,31	2,79	2,37
Matéria mineral <sup>1</sup> <i>Ash<sup>1</sup></i>	5,15	3,94	4,91	4,57	6,99
Matéria orgânica <sup>1</sup> <i>Organic matter<sup>1</sup></i>	94,85	96,07	95,10	95,43	93,01
Fibra em detergente neutro <sup>1</sup> <i>Neutral detergent fiber<sup>1</sup></i>	60,67	39,80	34,28	33,01	31,59
Fibra em detergente ácido <sup>1</sup> <i>Acid detergent fiber<sup>1</sup></i>	36,43	4,65	9,67	12,03	15,89
Hemicelulose <sup>1</sup> <i>Hemicellulose<sup>1</sup></i>	24,25	35,15	24,61	20,98	15,70
Lignina <sup>1</sup> <i>Lignin<sup>1</sup></i>	7,89	1,56	2,03	2,60	3,14

<sup>1</sup> Porcentagem da matéria seca.

<sup>1</sup> Percentage of dry matter.

foram calculados dividindo-se o somatório da soma de quadrados das regressões de grau mais baixo até aquela que determinou o grau da equação, pela soma de quadrados de tratamentos.

### Resultados e Discussão

A polpa cítrica peletizada utilizada neste experimento apresentou 85,46% de matéria seca e a seguinte composição, como porcentagem da matéria seca: 5,99 de proteína bruta; 1,48 de extrato etéreo; 19,30 de fibra em detergente neutro; 4,67 de matéria mineral; 1,22 de cálcio; e 0,09 de fósforo.

A composição químico-bromatológica média do volumoso e dos concentrados utilizados neste experimento está apresentada na Tabela 2.

A introdução da polpa cítrica aumentou consideravelmente os teores de matéria mineral dos concentrados.

Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e hemicelulose para cada uma das dietas experimentais, bem como os coeficientes de variação, estão apresentados na Tabela 3.

Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca variaram pouco entre tratamentos e não apresentaram diferenças significativas entre si ( $P > 0,10$ ). Bhattacharya & Harb (1973) não encontraram diferença significativa entre dietas com diferentes níveis de substituição do milho pela polpa cítrica e apenas 10% de volumoso, mas os valores obtidos entre 75 e 81% foram maiores que os encontrados neste trabalho. Por sua vez, os valores encontrados foram maiores que os obtidos por Wing (1975), que ficaram ao redor de 64%. A polpa cítrica apresenta alguma variação na sua composição, especialmente do teor de minerais, em função do tipo de fruta processada e do próprio processamento, não tendo um padrão para comercialização (Henrique & Sampaio, 2001); essa variação pode explicar, em parte, a variação de resultados dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes encontrados na literatura.

Wing (1975) encontrou menores valores de digestibilidade da proteína bruta que os apresentados na Tabela 3, de 59%, mas sem diferença entre tratamentos. Os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta dos tratamentos mostraram efeito linear significativo ( $P = 0,07$ ). Esses resultados parecem

Tabela 3 - Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), fibra em detergente neutro (CDFDN), fibra em detergente ácido (CDFDA) e hemicelulose (CDHemi), e respectivos coeficientes de variação (CV) para as dietas experimentais, em função da porcentagem de polpa cítrica na dieta

Table 3 - Apparent digestibility coefficients of dry matter (DMDC), organic matter (OMDC), crude protein (CPDC), ether extract (EEDC), neutral detergent fiber (ADFDC), acid detergent fiber (ADFDC) and hemicellulose (HemiDC), and respective coefficients of variation (CV), for the experimental diets, according to the dietary citrus pulp percentage

Item (%) Item (%)	Tratamentos - Porcentagem de polpa cítrica Treatments - Percentage of citrus pulp				CV (%)
	0	25	40	55	
CDMS	71,14	71,29	72,24	72,66	4,15
DMDC					
CDMO	72,31	72,45	73,85	74,71	3,70
OMDC					
CDPB <sup>1</sup>	62,88	64,26	65,37	68,61	5,60
CPDC <sup>1</sup>					
CDEE	83,22	73,89	76,75	75,05	11,64
EEDC					
CDFDN	64,20	61,49	61,97	66,39	6,94
NDFDC					
CDFDA <sup>2</sup>	27,87	45,23	51,74	60,48	11,89
ADFDC <sup>2</sup>					
CDHemi	75,28	70,95	69,53	73,13	3,70
HemiDC					

<sup>1</sup>  $Y = 62,3485 + 0,0977X$  ( $P = 0,07$ ;  $r^2 = 0,88$ ).

<sup>2</sup>  $Y = 28,7474 + 0,5861X$  ( $P < 0,01$ ;  $r^2 = 0,99$ ).

indicar que houve melhora no aproveitamento da proteína com o aumento da polpa cítrica na dieta, mas não necessariamente. Contrariamente, Bhattacharya & Harb (1973) encontraram diminuição da digestibilidade da proteína bruta, com o aumento da participação da polpa cítrica na dieta até 60% da matéria seca. Os valores obtidos por esses autores, cerca de 68% com 60% de polpa cítrica, foram semelhantes aos aqui encontrados, com 55% de polpa cítrica na matéria seca da dieta. Esperar-se-ia diminuição da digestibilidade da proteína bruta, com o aumento da polpa cítrica na dieta, se fosse considerada apenas a qualidade da proteína desse subproduto e do milho. Outros fatores podem ter invertido os resultados obtidos no presente experimento, como o efeito associativo entre os ingredientes nas dietas com a inclusão da polpa cítrica, ou ainda, a modificação do ambiente ruminal apontada por Van Soest (1982), melhorando os padrões de fermentação e conseqüentemente o aproveitamento dos nutrientes presentes nos componentes da dieta, incluindo a polpa.

O coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente ácido foi menor que o obtido por Ben-Ghedalia et al. (1989), que apresentaram valores ao redor de 80%. A regressão linear para o coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente ácido foi altamente significativa ( $P < 0,01$ ), ou seja, com o aumento da participação da polpa cítrica na dieta, houve aumento da digestibilidade desta fração, semelhante ao obtido por Fegeros et al. (1995). Essa melhora na digestibilidade obtida no presente trabalho reflete a composição da polpa cítrica, que tem sido considerada um alimento intermediário entre volumoso e concentrado (Wing, 1975), pela melhora nos padrões de fermentação ruminal, e que também apresentou melhor efetividade da fibra em relação ao milho em grão, possivelmente como função da pectina (Van Soest, 1982). Uma vez que não houve efeito dos tratamentos na digestibilidade da hemicelulose ( $P > 0,10$ ), a maior digestibilidade da fibra em detergente ácido mostra uma melhora na digestibilidade da celulose. Vários autores também encontraram melhora na digestibilidade da fibra, como Bhattacharya & Harb (1973), Pascual & Carmona (1980), Ben-Ghedalia et al. (1989) e Menezes Jr. et al. (2000). Por outro lado, Highfill et al. (1987) e Brown & Johnson (1991) não encontraram alteração do coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente ácido com a inclusão da polpa de citros na dieta.

Outros autores não encontraram diferença nos

coeficientes de digestibilidade dos vários nutrientes, com a inclusão da polpa cítrica na dieta, como Esteves et al. (1987) e Brown & Johnson (1991). Wing (1975) explicou que até o nível de 39% de participação da polpa cítrica na dieta não houve alteração da proporção molar dos ácidos graxos voláteis produzidos no rúmen; por isso, os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes não foram alterados.

Os coeficientes de variação dos coeficientes de digestibilidade mostrados na Tabela 3 foram considerados normais para experimentos de digestibilidade, apesar de os coeficientes para extrato etéreo e fibra em detergente ácido serem altos. Para extrato etéreo, esse maior coeficiente de variação justifica-se pela concentração reduzida dessa fração nas dietas experimentais.

Os valores encontrados para a porcentagem de nutrientes digestíveis totais (NDT) e as ingestões, e os respectivos coeficientes de variação, são apresentados na Tabela 4.

Os valores calculados de nutrientes digestíveis totais foram discrepantes dos estimados no balanceamento das dietas (Tabela 1). Deve-se considerar que as dietas foram formuladas para bovinos de corte e não para ovinos, mas não foram detectadas diferenças entre os tratamentos quanto a essa variável, o que seria esperado, conforme mostrado na Tabela 1. O teor de 72,39% de NDT, determinado *in vivo*, foi cerca de 11% inferior ao valor estimado para os tratamentos, ambas médias entre tratamentos. Apesar disso, ovinos podem ser utilizados na estimação da digestibilidade de alimentos para bovinos (Rymer, 2000).

Os teores de nutrientes digestíveis totais para dietas contendo polpa cítrica peletizada parecem demonstrar que os valores nutricionais atribuídos a esse subproduto nas tabelas de composição de alimentos não são similares aos determinados com animais. Tanto assim, que vários trabalhos encontrados na literatura com ovinos (Monteiro et al., 1998) e bovinos em terminação (Velloso et al., 1974; Vijchulata et al., 1980; Sampaio et al., 1984; Esteves et al., 1987; Henrique et al., 1998a; Henrique et al., 1998b; Prado et al., 2000; Leme et al., 2000; Henrique, 2002) mostraram que não houve diferença ou houve até mesmo melhora no desempenho dos animais, com a substituição do milho pela polpa cítrica peletizada. Assim, novos estudos parecem necessários para comparação dos valores nutricionais atribuídos à polpa cítrica em comparação ao milho.

As regressões das ingestões de matéria seca e de nutrientes digestíveis totais foram significativas ( $P < 0,05$ ), tanto em relação ao peso vivo, como em relação ao peso metabólico. Ou seja, a inclusão da polpa cítrica na dieta, substituindo o milho em grão, determinou aumento significativo da ingestão de alimentos, como apresentado na Tabela 4.

As ingestões de matéria seca e de nutrientes digestíveis totais elevaram-se linearmente ( $P < 0,05$ ), com o aumento da porcentagem de polpa cítrica na dieta. Esse aumento pode ter sido decorrente de melhor padrão de fermentação ruminal (Van Soest, 1982), devido à presença da pectina na polpa cítrica, que determina um ambiente mais propício, principalmente para a população celulolítica, e maiores relações acetato/propionato. Outras hipóteses seriam: um efeito associativo positivo entre os ingredientes com a inclusão da polpa cítrica, ou mesmo algum efeito de palatabilidade.

O aumento da ingestão de matéria seca e de nutrientes digestíveis totais parece refletir a melhora da digestibilidade aparente da fibra em detergente ácido e da proteína, conforme mostrado na Tabela 4, com o aumento da participação da polpa cítrica na dieta. A uréia participou da composição de todas as dietas experimentais, e um ambiente ruminal mais

favorável decorrente da presença da polpa cítrica pode determinar um melhor aproveitamento do nitrogênio não protéico e da fração protéica.

Os valores determinados no balanço de nitrogênio, assim como a densidade da urina, são apresentados na Tabela 5.

Como houve aumento da ingestão de matéria seca e de nutrientes digestíveis totais, com o aumento da polpa cítrica na dieta, houve conseqüentemente um aumento significativo no nitrogênio ingerido ( $P < 0,01$ ). Esse fato, aliado ao aumento da digestibilidade da proteína bruta, determinou aumento no nitrogênio absorvido. Apesar do incremento da excreção de nitrogênio pela urina, houve aumento do nitrogênio retido, mesmo em relação ao peso metabólico ( $P < 0,01$ ). A porcentagem de nitrogênio retido em relação ao nitrogênio absorvido elevou-se com a maior participação da polpa na dieta ( $P = 0,08$ ). Bhattacharya & Harb (1973) e Pascual & Carmona (1980) encontraram diminuição significativa do nitrogênio retido com o aumento da participação da polpa cítrica na dieta, enquanto Esteves et al. (1987) não encontraram diferença para o nitrogênio ingerido, excretado e retido por bovinos, com a substituição do milho desintegrado com palha e sabugo pela polpa cítrica.

Tabela 4 - Nutrientes digestíveis totais (NDT), ingestão de matéria seca (IMS) e ingestão de nutrientes digestíveis totais (INDT), e respectivos coeficientes de variação (CV) para as dietas experimentais, em função da porcentagem de polpa cítrica na dieta  
 Table 4 - Total digestible nutrients (TDN), dry matter intake (DMI) and total digestible nutrients intake (TDNI), and respective coefficients of variation (CV) for the experimental diets, according to the dietary citrus pulp percentage

Item <i>Item</i>	Tratamentos – Porcentagem de polpa cítrica <i>Treatments – Percentage of citrus pulp</i>				CV (%)
	0	25	40	55	
NDT, %	72,80	71,79	73,03	71,95	3,26
TDN, %					
IMS <sup>1</sup> , kg/dia	1,064	1,150	1,244	1,233	9,35
DMI <sup>1</sup> , kg/day					
IMS <sup>2</sup> , g/kg PV*	31,30	34,86	37,01	35,12	6,81
DMI <sup>2</sup> , g/kg LW*					
IMS <sup>3</sup> , g/kg PM**	75,55	83,25	89,01	85,41	6,78
DMI <sup>3</sup> , g/kg MW**					
INDT <sup>4</sup> , kg/dia	0,775	0,826	0,906	0,886	9,41
TDNI <sup>4</sup> , kg/day					
INDT <sup>5</sup> , g/kg PM*	54,86	59,68	64,94	61,33	6,92
TDNI <sup>5</sup> , g/kg MW*					

\* PV – Peso vivo (LW – Liveweight).  
 \*\* PM – Peso metabólico (MW – Metabolic weight).  
 1  $Y = 1,0709 + 0,0034X$  ( $P = 0,04$ ;  $r^2 = 0,90$ ).  
 2  $Y = 32,1232 + 0,0818X$  ( $P = 0,02$ ;  $r^2 = 0,65$ ).  
 3  $Y = 77,0740 + 0,2077X$  ( $P = 0,01$ ;  $r^2 = 0,73$ ).  
 4  $Y = 0,7787 + 0,0023X$  ( $P = 0,05$ ;  $r^2 = 0,83$ ).  
 5  $Y = 55,8666 + 0,1445X$  ( $P = 0,02$ ;  $r^2 = 0,65$ ).

Tabela 5 - Valores do balanço de nitrogênio e da densidade da urina, para cada tratamento, com os respectivos coeficientes de variação (CV)

Table 5 - Means of nitrogen balance and urine density, for each treatment, and respective coefficients of variation (CV)

Parâmetros <i>Parameters</i>	Tratamentos – Porcentagem de polpa cítrica <i>Treatments – Percentage of citrus pulp</i>				CV (%)
	0	25	40	55	
Nitrogênio ingerido <sup>1</sup> , g/dia <i>Ingested nitrogen<sup>1</sup>, g/day</i>	22,10	27,20	29,18	30,96	9,86
Nitrogênio fecal, g/dia <i>Fecal nitrogen, g/day</i>	8,17	9,47	10,02	9,71	15,04
Nitrogênio absorvido <sup>2</sup> , g/dia <i>Absorbed nitrogen<sup>2</sup>, g/day</i>	13,93	17,73	19,16	21,25	9,98
Nitrogênio urinário <sup>3</sup> , g/dia <i>Urinary nitrogen<sup>3</sup>, g/day</i>	7,10	9,07	8,24	9,60	14,78
Nitrogênio retido <sup>4</sup> , g/dia <i>Retained nitrogen<sup>4</sup>, g/day</i>	6,83	9,86	10,92	11,66	13,39
N retido diário <sup>5</sup> , g/kg PM* <i>Daily retained N<sup>5</sup>, g/kg MW*</i>	0,48	0,70	0,77	0,80	15,07
N retido/N ingerido <sup>6</sup> <i>Retained N/ingested N<sup>6</sup></i>	30,69	36,15	36,76	37,49	13,62
N retido/N absorvido <i>Retained N/absorbed N</i>	48,38	56,66	55,76	54,75	12,29
Densidade da urina, kg/L <i>Urine density, kg/L</i>	1,02	1,03	1,04	1,03	1,18

\* Peso metabólico (*Metabolic weight*).<sup>1</sup>  $Y = 22,5064 + 0,1618X$  ( $P < 0,01$ ;  $r^2 = 0,98$ ).<sup>2</sup>  $Y = 14,0840 + 0,1311X$  ( $P < 0,01$ ;  $r^2 = 0,99$ ).<sup>3</sup>  $Y = 7,3380 + 0,0388X$  ( $P = 0,03$ ;  $r^2 = 0,69$ ).<sup>4</sup>  $Y = 7,1568 + 0,0887X$  ( $P < 0,01$ ;  $r^2 = 0,96$ ).<sup>5</sup>  $Y = 0,5115 + 0,0059X$  ( $P < 0,01$ ;  $r^2 = 0,92$ ).<sup>6</sup>  $Y = 31,5765 + 0,1232X$  ( $P = 0,08$ ;  $r^2 = 0,87$ ).

## Conclusões

Não foram observadas diferenças no teor de nutrientes digestíveis totais de dietas contendo diferentes proporções de polpa cítrica peletizada, substituindo o milho em grão, sugerindo que são necessários novos estudos para verificação dos valores nutricionais atribuídos à polpa cítrica em tabelas de composição de alimentos, nacionais e internacionais.

A inclusão da polpa cítrica peletizada, substituindo o milho em grão, em dietas com 80% de concentrado, proporcionou aumento na ingestão de alimentos, na digestibilidade da proteína e da fibra em detergente ácido, e no metabolismo de nitrogênio.

## Literatura Citada

ASHBELL, G. Conservation of citrus peels by ensiling for ruminant feed. In: SIMPÓSIO SOBRE UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS E RESÍDUOS DE COLHEITA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 1992, São Carlos. **Anais...** São Carlos: Embrapa, 1992. p.189-190.

BHATTACHARYA, A.N.; HARB, M. Dried citrus pulp as a grain replacement for awasi lambs. **Journal of Animal Science**, v.36, n.6, p.1175-1180, 1973.

BEN-GHEDALIA, D.; YOSEF, E.; MIRON, J. et al. The effects of starch- and pectin-rich diets on quantitative aspects of digestion in sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v.24, n.3-4, p.289-298, 1989.

BROWN, W.F.; JOHNSON, D.D. Effects of energy and protein supplementation of ammoniated tropical grass hay on the growth and carcass characteristics of cull cows. **Journal of Animal Science**, v.69, n.1, p.348-357, 1991.

ESTEVEZ, S.N.; MANZANO, A.; NOVAES, N.J. Substituição da espiga de milho desintegrada com palha e sabugo pela polpa de citros peletizada na engorda de bovinos Canchim. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.16, n.6, p.507-516, 1987.

FEGEROS, K.; ZERVAS, G.; STAMOULI, S. et al. Nutritive value of dried citrus pulp and its effect on milk yield and milk composition of lactating ewes. **Journal of Dairy Science**, v.78, n.5, p.1116-1121, 1995.

HENRIQUE, W. **Utilização da polpa cítrica peletizada para touros em terminação**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2002. 82p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 2002.

HENRIQUE, W.; LEME, P.R.; LANNA, D.P.D. et al. Efeito de diferentes fontes de polpa cítrica peletizada e níveis de concentrado na dieta de novilhas confinadas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE



- ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998a. v.1., p.344-346.
- HENRIQUE, W.; LEME, P.R.; LANNA, D.P.D. et al. Substituição de amido por pectina em dietas com diferentes níveis de concentrado. 1. Desempenho animal e características da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.6, p.1206-1211, 1998b.
- HENRIQUE, W.; SAMPAIO, A.A.M. **Polpa de citros na alimentação de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2001. 59p.
- HIGHFILL, B.D.; BOGGS, D.L.; AMOS, H.E. et al. Effects of high fiber energy supplements on fermentation characteristics and in vivo and in situ digestibilities of low quality fescue hay. **Journal of Animal Science**, v.65, n.1, p.224-234, 1987.
- LEME, P.R.; LANNA, D.P.D.; HENRIQUE, W. et al. Substituição do grão de milho por polpa de citros em dietas com diferentes níveis de concentrado. 2. Taxas de deposição e composição química corporal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.834-839, 2000.
- MENEZES JR., M.P.; SANTOS, F.A.P.; GUIDI, M.T. et al. Efeito do processamento do grão de milho e sua substituição parcial por polpa cítrica peletizada sobre a digestibilidade de nutrientes de vacas em lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. p.429.
- MONTEIRO, A.L.G.; GARCIA, C.A.; NERES, M.A. et al. Efeito da substituição do milho pela polpa cítrica no desempenho e características das carcaças de cordeiros confinados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. v.1, p.95-97.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington: National Academic Press, 1996. 212p.
- PASCUAL, J.M.; CARMONA, J.F. Composition of citrus pulp. **Animal Feed Science and Technology**, v.5, p.1-10, 1980.
- PINHEIRO, A.D.; PRADO, I.N.; ALCALDE, C.R. et al. Níveis de substituição do milho pela polpa de citros peletizada sobre a digestibilidade aparente em bovinos mestiços. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. p.465.
- PRADO, I.N.; PINHEIRO, A.D.; ALCALDE, C.R. et al. Níveis de substituição do milho pela polpa de citros peletizada sobre o desempenho e características de carcaça de bovinos mestiços confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2135-2141, 2000. (Supl. 1)
- RYMER, C. The measurement of forage digestibility *in vivo*. In: GIVENS, D.I.; OWENS, E.; AXFORD, R.F.E. et al. (Eds.) **Forage evaluation in ruminant nutrition**. Oxon: CABI Publishing, 2000. p.113-134.
- SAMPAIO, A.A.M.; ANDRADE, P.; OLIVEIRA, M.D.S. et al. Uso de rações com diferentes níveis de proteína e fontes de energia na alimentação de bovinos confinados. Fase II. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.13, n.4, p.528-534, 1984.
- SCHAIBLY, G.E.; WING, J.M. Effect of roughage concentrate ratio on digestibility and rumen fermentation of corn silage-citrus pulp rations. **Journal of Dairy Science**, v.38, n.3, p.697-701, 1974.
- SCHNEIDER, B.H.; FLATT, W.P. **The evaluation of feeds through digestibility experiments**. Athens: University of Georgia Press, 1975. 369p.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. **User's guide: statistic**. 6.ed. Cary: 1996. 956p.
- Van SOEST, P. **Nutritional ecology of the ruminants**. Corvallis: OB Books Inc., 1982. 374p.
- Van SOEST, P.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VELLOSO, L.; MASOTTI, N.; BECKER, M. et al. Polpa cítrica peletizada para bovinos em confinamento. **Revista da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.11, p.21-25, 1974.
- VIJCHULATA, P.; HENRY, P.R.; AMMERMAN, C.B. et al. Effect of dried citrus pulp and cage layer manure in combination with monensin on performance and tissue mineral composition in finishing steers. **Journal of Animal Science**, v.50, n.6, p.1022-1030, 1980.
- WING, J.M. Effect of physical form and amount of citrus pulp on utilization of complete feeds for dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.58, n.1, p.63-66, 1975.

Recebido em: 14/05/02

Aceito em: 10/07/03