

## Valor nutritivo do resíduo da indústria processadora de abacaxi (*Ananas comosus* L.) em dietas para ovinos. 1. Consumo, digestibilidade aparente e balanços energético e nitrogenado

[Nutritive value of pineapple by-product (*Ananas comosus* L.) in diets for sheep.  
1. Intake, apparent digestibility, energetic and nitrogenous balance]

M.C.P. Rogério<sup>1</sup>, I. Borges<sup>2</sup>, J.N.M. Neiva<sup>3</sup>, N.M. Rodriguez<sup>2</sup>, J.C.M. Pimentel<sup>4</sup>, G.A. Martins<sup>1</sup>  
T. P. Ribeiro<sup>1</sup>, J.B. Costa<sup>1</sup>, S.F. Santos<sup>1</sup>, F.C. Carvalho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual Vale do Acaraú – Sobral, CE

<sup>2</sup>Escola de Veterinária - UFMG – Belo Horizonte, MG

<sup>3</sup>Universidade Federal de Tocantins – Araguaína, TO

<sup>4</sup>Embrapa - Agroindústria Tropical – Fortaleza, CE

### RESUMO

O presente estudo foi conduzido para avaliar a influência da inclusão do resíduo do processamento de abacaxi (*Ananas comosus* L.) nas dietas sobre os consumos (por unidade de tamanho metabólico – UTM) e coeficientes de digestibilidade da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), hemiceluloses (HCEL), celulose (CEL) e energia de dietas experimentais isofibrosas e isoprotéicas. Avaliaram-se também os balanços nitrogenados e de energia dos animais. Vinte ovinos machos, inteiros receberam rações com quatro níveis de inclusão do resíduo (0; 11%; 16%; 27%) em base de matéria seca, em delineamento inteiramente ao acaso, com cinco repetições por tratamento. Maiores consumos de matéria seca foram evidenciados quando as rações continham 11% do resíduo. Maiores consumos de proteína bruta, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido e celulose (g/UTM) e energia metabolizável (kcal/UTM) foram apresentados por animais alimentados com dietas contendo 11% de resíduo em relação ao das dietas com 27% de inclusão ( $P < 0,05$ ). Maior coeficiente de digestibilidade da FDA ocorreu para dietas que não continham o resíduo de abacaxi. Os coeficientes de digestibilidade da CEL foram semelhantes. Os balanços energéticos e protéicos foram positivos. Melhores resultados para os parâmetros analisados foram observados para dietas que incluíam até 16% do resíduo de abacaxi na base da matéria seca.

Palavras-chave: dieta, fibra, fruta, nutrição, ovino, ruminante

### ABSTRACT

The influence of increasing levels of pineapple by-product (*Ananas comosus* L.) on intake (unit metabolic size – UMS) and apparent digestibility (%) of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), hemicelluloses (HCEL) and cellulose (CEL) and energy of isofibrous and isoproteic experimental diets of sheep were evaluated. Energetic and nitrogenous balance were also measured. Twenty rams were randomly allotted to four treatments in a completely randomized design with five replications. The treatments were formulated to contain zero; 11, 16 and 27% of pineapple by-product on DM basis. Higher dry matter intake was observed on 11% pineapple by-product diet. CP, NDF, ADF, CEL intake (g/UMS) and metabolizable energy intake (kcal/UMS) of 11% pineapple by-product diet were higher than 27% pineapple by-product diet ( $P < 0.05$ ). ADF digestibility was higher for 0% pineapple by-product diet. Energy and nitrogenous balances were positives. Diets formulated to contain up to 16% of pineapple by-product presented the best results.

Keywords: diets, fiber, fruit, nutrition, ruminants, sheep

---

Recebido em 6 de outubro de 2005

Aceito em 18 de abril de 2007

E-mail: marcosclaudio1@yahoo.com

Endereço para correspondência (corresponding adress)

Rua Martins Neto, 34 - 60360-400 - Antônio Bezerra – Fortaleza, CE

Apoio: CNPq, Banco do Nordeste, FUNCAP/PROCAD

## INTRODUÇÃO

O abacaxi é uma das frutas tropicais mais populares do mundo e tem o Brasil como um dos principais centros produtores da espécie. A área plantada de abacaxi no Brasil em 2000 foi de 62,9 mil hectares, com uma produção de aproximadamente 22,1 mil frutos/ha (Banco..., 2004). Os estados da Paraíba e Bahia são os maiores produtores, com uma produção de 223,5 mil e 116,7 mil toneladas, respectivamente (Anuário..., 1999). Quando do processamento industrial, cascas, talos, coroas e cilindros são considerados rejeitos da indústria e ainda são fornecidos para os animais de forma empírica. Do total da fruta, após prensagem, 75-85% é suco, e 15 a 25% resultam em torta. A aceitação desse resíduo por ruminantes é boa, e a adaptação é rápida, sendo considerado um alimento rico em açúcares, com razoável valor protéico e rico em fibras. Contém também pectina, componente dietético rapidamente fermentável e completamente degradável pelas bactérias ruminais (Van Soest, 1994).

Com o presente trabalho, avaliaram-se os coeficientes de digestibilidade e os consumos por unidade de tamanho metabólico (UTM) da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), energia, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemiceluloses (HCEL) e celulose (CEL) de dietas experimentais fornecidas a ovinos em crescimento contendo o resíduo da indústria processadora de abacaxi. Complementarmente avaliaram-se também os balanços energético e nitrogenado dessas dietas. Objetivou-se determinar o percentual de inclusão do resíduo agroindustrial de abacaxi com melhores resultados em termos dos parâmetros avaliados.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no período de 09 a 23 de dezembro de 2002. O resíduo de abacaxi (*Ananas comosus*, L.) utilizado foi proveniente de uma agroindústria localizada em Mossoró – RN. Incluiu-se o resíduo de abacaxi (cascas, coroas e talos após secagem ao sol e picados grosseiramente) nos níveis 0, 11, 16 e 27% em base de matéria seca à dieta básica composta de

capim-elefante (proveniente de capineira existente na Embrapa Caprinos, obtido por corte manual diário a 15cm do solo, 57 dias após o plantio, e depois picado grosseiramente), milho-grão e torta de algodão (obtidos no comércio de Sobral, CE e, logo em seguida, moídos finamente). O nível máximo foi determinado pelo ajuste das dietas em função da substituição total do capim-elefante pelo resíduo de abacaxi e, ao mesmo tempo, para se atender ao requisito de proteína (14,7%) prescrito pelo Nutrient... (1985) para a categoria animal utilizada. A composição química dos ingredientes das dietas com base na matéria seca (MS) está apresentada na Tab. 1, e na Tab. 2 são apresentados os consumos, conforme a proporção dos alimentos nas dietas experimentais.

Foram utilizados vinte cordeiros machos e inteiros com oito meses de idade e peso vivo médio de 32kg, distribuídos de forma que os tratamentos tivessem a maior homogeneidade possível. A pesagem dos animais foi realizada no início do experimento, e os pesos foram utilizados para os cálculos de consumo por UTM. Os ovinos foram previamente desverminados e alojados em gaiolas de metabolismo com bebedouros, comedouros e saleiros plásticos e dispositivos apropriados para colheita de urina e fezes. Esses dispositivos constavam de baldes de 10 litros colocados sob um tripé de madeira que servia como apoio à tela com malha de 5mm com declive capaz de permitir a queda das fezes sem risco de contaminação da urina que ficava no balde. As fezes eram colhidas em recipientes plásticos colocados à frente do tripé com a tela, estando os dois tipos de recipientes de colheita sob o funil da gaiola metabólica.

O período de adaptação dos animais às dietas e às gaiolas foi de 10 dias, sendo o período de colheita de sete dias. As dietas foram divididas em duas refeições iguais e oferecidas bem misturadas aos ovinos, às 7h e 30min, e a outra às 18h e 30min, deixando uma sobra média de 15 a 20% da matéria seca por dia. Água e sal mineralizado à vontade. Amostras do alimento oferecido, das sobras e das fezes foram retiradas diariamente às 7h e pesadas. Posteriormente, foi preparada amostra composta por animal para as sobras e fezes e alimentos fornecidos.

*Valor nutritivo do resíduo da indústria...*

Tabela 1. Composição bromatológica do resíduo de abacaxi e das dietas experimentais com base na matéria seca

Componentes	Resíduo de abacaxi	Dietas			
		0	11%	16%	27%
Matéria seca (%)	88,51	73,66	82,90	83,35	88,55
Proteína bruta (%)	9,25	17,32	17,68	17,48	16,54
NIDN* (%)	1,00	1,51	1,41	1,38	1,33
NIDA* (%)	0,78	0,32	0,39	0,42	0,45
NDT* (%)	55,95	73,15	67,52	72,21	68,87
Extrato etéreo (%)	1,34	4,77	4,87	4,71	4,47
Fibra em detergente neutro (%)	66,14	48,29	46,75	48,10	47,72
Fibra em detergente ácido (%)	34,41	20,17	18,71	19,96	19,18
Hemiceluloses (%)	31,73	28,12	28,04	28,14	28,54
Celulose (%)	37,74	27,51	25,50	26,51	25,33
Ligninas (%)	10,05	13,03	13,95	13,85	13,85
Cinzas (%)	9,20	4,87	4,59	4,82	4,99
Ca (%)	2,22	0,36	0,49	0,59	0,75
P (%)	0,03	0,06	0,06	0,06	0,06
Carboidratos totais (%)	80,21	73,03	72,87	72,99	73,99
Carboidratos não fibrosos (%)	14,07	24,74	26,12	24,89	26,27
Energia bruta (Mcal/kg)	4,09	4,37	4,41	4,39	4,38

\*NIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido; NDT = nutrientes digestíveis totais.

Tabela 2. Consumo diário de matéria seca (kg) e, entre parênteses, a porcentagem de cada (%) em relação ao consumo de matéria seca total (CMST) em quilos das dietas oferecidas a ovinos

Tratamentos propostos	CMST	Resíduo de abacaxi	Capim-elefante	Milho	Torta de algodão
0%	1,354	0,000 (0)	0,298 (22,03)	0,764 (56,40)	0,292 (21,56)
11%	1,730	0,188 (10,89)	0,146 (8,42)	0,987 (57,06)	0,409 (23,63)
16%	1,441	0,231 (16,05)	0,113 (7,81)	0,758 (52,63)	0,339 (23,51)
27%	1,230	0,331 (26,93)	0,000 (0)	0,647 (52,61)	0,252 (20,46)

Para as determinações de MS, MO e cinzas, EE, PB, cálcio e fósforo do material analisado, seguiu-se a metodologia proposta por Official... (1980). Já para a quantificação da FDN, FDA, CEL, HCEL e ligninas, utilizou-se a metodologia proposta por Van Soest et al. (1991). Determinaram-se os coeficientes de digestibilidade desses nutrientes, conforme Silva (1990). O NDT e a porcentagem dos carboidratos totais (CHOT) foram calculados conforme Sniffen et al. (1992). Para o cálculo dos carboidratos não fibrosos (CNF), utilizou-se equação sugerida por Weiss (1999). Utilizando-se a técnica direta de determinação de energia com bomba calorimétrica, calculou-se o valor da energia digestível e da energia metabolizável. Para tanto, mediu-se a energia contida nas fezes, no alimento oferecido, nas sobras do alimento e na urina para o cálculo da ED e para o cálculo da EM, conforme Blaxter e Clapperton (1965).

Foram também calculados os balanços de nitrogênio e de energia e a porcentagem de nitrogênio retido em relação ao nitrogênio ingerido.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos e cinco repetições por tratamento. As análises estatísticas foram feitas mediante o uso do procedimento GLM do SAS (Littell et al., 1991). As médias foram comparadas pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ). Foi também observado o grau de correlação de Pearson ( $P < 0,05$ ) entre as variáveis. A análise de regressão foi realizada utilizando-se o *software* SAEG (Ribeiro Júnior, 2001). Foram testados diferentes modelos matemáticos (lineares, polinomiais, logarítmicos e exponenciais) para escolha daquele que apresentasse maior significância e maiores coeficientes de determinação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tab. 3 contém a comparação de médias de consumo em  $\text{g/kg}^{0,75}$  da MS, MO, PB e EE. O consumo médio diário de MS foi de 106,24g/UTM, tendo sido evidenciado maior consumo/UTM no grupo de animais que receberam dieta com 11% de resíduo de abacaxi (com semelhança à dieta com 16% de resíduo)

em relação àqueles que receberam as dietas controle e com 27% de inclusão. Os demais se equivaleram. De acordo com Nutrient... (1985), a exigência nutricional para ovinos em terminação com 30kg de peso vivo é de 101,42 gramas de MS/kg<sup>0,75</sup>/dia, ficando com valores inferiores, marginalmente nos extremos de inclusão. Esta constatação provavelmente interferiu nos resultados de análises de outros nutrientes.

Tabela 3. Médias de consumo diário ( $\text{g/kg}^{0,75}$ , %PV) das frações matéria seca, matéria seca digestível, matéria orgânica, matéria orgânica digestível, proteína bruta, proteína bruta digestível, extrato etéreo e extrato etéreo digestível das dietas contendo quantidades crescentes de resíduo de abacaxi fornecidas a ovinos

Frações analisadas	Dietas				Coeficientes de variação (%)
	0	11%	16%	27%	
Matéria seca ( $\text{g/kg}^{0,75}$ )	98,88b	126,11a	105,54ab	94,44b	14,86
Matéria seca (%PV)	4,14b	5,28a	4,42ab	4,02b	14,59
Matéria seca digestível ( $\text{g/kg}^{0,75}$ )	69,00ab	80,35a	72,52ab	62,00b	14,16
Matéria orgânica ( $\text{g/kg}^{0,75}$ )	95,18b	121,66a	102,13ab	92,14b	14,82
Matéria orgânica digestível ( $\text{g/kg}^{0,75}$ )	69,98a	82,73a	74,54a	64,60a	14,22
Proteína bruta ( $\text{g/kg}^{0,75}$ )	17,27ab	20,94a	17,46ab	15,98b	14,67
Proteína bruta Digestível ( $\text{g/kg}^{0,75}$ )	12,02ab	13,68a	11,32ab	10,35b	14,30
Extrato etéreo ( $\text{g/kg}^{0,75}$ )	4,73a	6,03a	5,25a	4,60a	16,86
Extrato Etéreo Digestível ( $\text{g/kg}^{0,75}$ )	3,97a	5,11a	4,64a	3,92a	17,77

<sup>a</sup> Médias seguidas por letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste SNK ( $P > 0,05$ ).

Nota-se que os consumos de matéria seca dos animais dos tratamentos que incluíram 0 e 27% do resíduo de abacaxi foram inferiores aos requisitos estabelecidos pelo Nutrient... (1985). O consumo de matéria seca digestível apresentou uma diferença em relação ao consumo de MS. No primeiro parâmetro, houve semelhança entre o tratamento-controle e os demais tratamentos. Neste caso a melhor digestibilidade favoreceu o consumo de material nutritivo mais disponível ao processo digestivo. Reduções de consumo podem acontecer em função de odores ou gostos desagradáveis (Van Soest, 1994). Efeitos digestivos sobre a taxa de passagem também podem influenciar o consumo e devem ser melhor estudados.

Para a dieta com 11% de inclusão, também foi encontrado maior consumo de matéria orgânica em relação aos níveis 0 e 27% de inclusão, porém semelhante à dieta que incluiu 16% de resíduo de abacaxi (Tab. 3). Para a matéria orgânica digestível, não houve diferenças entre as dietas experimentais. Quanto aos consumos de proteína bruta e de proteína bruta digestível ( $\text{g/UTM}$ ), a dieta que incluiu 11% de resíduo

superou apenas a dieta com 27% de inclusão. Para todos os tratamentos, foram supridos os requisitos de consumo de proteína, 14,93g/kg<sup>0,75</sup>, conforme o Nutrient... (1985). No nível 27% de inclusão, foi evidenciado o maior conteúdo de ligninas dentre as dietas experimentais (Tab. 4). De acordo com Van Soest (1994), os resíduos de frutas constituem potencial fonte alimentar, entretanto geralmente apresentam baixa quantidade de proteína disponível e, portanto, segundo este autor, deve ser realizada a determinação do conteúdo de nitrogênio da fibra em detergente ácido (NIDA). A presença de lignina em excesso provavelmente indisponibilizou a proteína dietética e, como consequência, pode ter proporcionado a redução do consumo desse nutriente. Lousada Júnior (2003) encontrou consumos de apenas 5,29g de proteína bruta/UTM em cordeiros que receberam resíduo de abacaxi exclusivamente. No presente ensaio, as dietas não continham apenas subproduto, e isso pode ter estimulado o consumo dos animais pela seleção de ingredientes alimentares, por isso os valores de consumo de PB foram superiores aos citados por esse autor.

Tabela 4. Médias (%) dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e extrato etéreo das dietas contendo quantidades crescentes de resíduo de abacaxi fornecidas a ovinos

Frações analisadas	Dietas				Coeficientes de variação (%)
	0	11%	16%	27%	
Matéria seca	70,20a	63,90b	68,72ab	65,70ab	5,03
Matéria orgânica	73,92a	68,13a	72,99a	70,17a	4,66
Proteína bruta	70,28a	65,47a	64,89a	64,65a	6,34
Extrato etéreo	84,62a	84,92a	88,26a	84,70a	6,22

<sup>a</sup>Médias seguidas por letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste SNK ( $P > 0,05$ ).

Não houve diferenças quanto aos consumos de extrato etéreo e de extrato etéreo digestível entre as dietas, mesmo porque os teores de EE nas mesmas foram muito próximos, e a diferença obtida entre os consumos de MS talvez não tenha sido suficientemente para promover alterações nos consumos dessa fração entre os tratamentos aqui estudados. A análise de regressão indicou respostas cúbicas de consumo de MS, MO e PB por unidade de tamanho metabólico como resposta à adição de resíduo de abacaxi, entretanto os coeficientes de determinação foram inferiores a 45% e não foram aqui representados. Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e extrato etéreo encontram-se na Tab. 4.

Não houve diferenças significativas para os coeficientes de digestibilidade da matéria orgânica, proteína bruta e extrato etéreo. Os valores foram altos particularmente se comparados ao dos alimentos citados por Cappelle et al. (2001). Para a digestibilidade da matéria orgânica, o valor foi comparável ao do feno do capim *Tifton* (68,58%). Para a digestibilidade da proteína bruta, os valores para as dietas em que se incluiu o subproduto foram similares ao grão de soja (65,00) e, para a digestibilidade do extrato etéreo, foram similares à digestibilidade desse nutriente no glúten de milho (82,58%). Vale ressaltar, todavia, que compostos não lipídicos solúveis em éter, como fosfatídeos, esteróis, óleos vegetais, resinas (Silva, 1990), podem existir no resíduo de abacaxi, e isso pode ter contribuído para a elevação dos valores de digestibilidade do extrato etéreo. A digestibilidade da matéria seca, da dieta que não incluiu resíduo de abacaxi, foi maior apenas do que a dieta com 11% que, por sua vez, foi semelhante estatisticamente às dietas com 16 e 27% de inclusão, e estas idênticos à dieta com 0% de inclusão. Correlação negativa e

significativa foi encontrada entre a digestibilidade da matéria seca e o consumo de proteína bruta ( $r = -0,5366$ ;  $P < 0,01$ ). Apesar de as dietas terem sido formuladas de modo a serem isoprotéicas, os níveis de NIDA cresceram à medida que crescia a inclusão do resíduo de abacaxi (Tab. 1). Isto provavelmente levou à queda do consumo efetivo de proteína bruta no nível 27% de inclusão, diferentemente do que ocorreu com a digestibilidade da matéria seca que tendeu a aumentar principalmente influenciada pelos carboidratos dietéticos. A análise de regressão dos coeficientes de digestibilidade em relação ao nível de inclusão do resíduo de abacaxi apresentou coeficientes de determinação inferiores a 45% e, por essa razão, não foram aqui representados. A Tab. 5 apresenta os valores de consumo médio diário das frações fibrosas alimentares em gramas por unidade de tamanho metabólico.

Os consumos de FDN, FDA e celulose por UTM e por porcentagem de peso vivo apresentaram-se semelhantes particularmente quanto à superioridade de valores da dieta com 11% de inclusão em relação à dieta com 27% de inclusão. O consumo das hemiceluloses foi maior para dieta com 11% de resíduo de abacaxi em relação às demais. Os consumos de todas as frações fibrosas foram altamente correlacionados com os consumos de todos os outros nutrientes. Lousada Júnior (2003), ao fornecer única e exclusivamente subproduto de abacaxi para cordeiros em terminação, verificou consumos de FDN (g/UTM) similares aos observados neste trabalho (47,15g/UTM). Segundo o autor, esse consumo foi semelhante aos encontrados para os subprodutos de maracujá (49,43g/UTM) e de melão (50,23g/UTM) e menor do que o do subproduto de goiaba (78,75g/UTM), porém maior do que o do subproduto de acerola (24,03g/UTM).

Tabela 5. Médias de consumo (g/kg<sup>0,75</sup>, %PV e em %MSI) das frações fibrosas e frações fibrosas digestíveis das dietas contendo quantidades crescentes de resíduo de abacaxi fornecidas a ovinos

Frações analisadas	Dietas				Coeficientes de variação (%)
	0	11%	16%	27%	
FDN (g/kg <sup>0,75</sup> )	47,98ab	59,96a	49,38ab	44,36b	14,59
FDN (%PV)	2,01ab	2,51a	2,07ab	1,89b	14,37
FDND (g/kg <sup>0,75</sup> )	29,25ab	33,68a	28,46ab	23,19b	15,88
FDN (%MSI)	48,68a	47,52b	46,83b	46,99b	1,61
FDA (g/kg <sup>0,75</sup> )	20,50ab	24,49a	20,68ab	18,37b	13,74
FDA (%PV)	0,86ab	1,03a	0,87ab	0,78b	13,45
FDAD (g/kg <sup>0,75</sup> )	11,59a	11,24a	9,34a	7,18b	16,01
FDA (%MSI)	20,99a	19,40a	19,65a	19,48a	5,51
HCEL (g/kg <sup>0,75</sup> )	27,48b	35,46a	28,70b	26,00b	15,64
HCEL (%PV)	1,15b	1,49a	1,20b	1,11b	15,47
HCELD (g/kg <sup>0,75</sup> )	17,66ab	22,44a	19,12ab	16,02b	16,96
HCEL (%MSI)	27,69a	28,12a	27,18a	27,51a	1,96
CEL (g/kg <sup>0,75</sup> )	28,11ab	33,13a	27,38ab	24,35b	14,54
CEL (%PV)	1,18ab	1,39a	1,15ab	1,04b	14,17
CELD (g/kg <sup>0,75</sup> )	17,22a	17,29a	15,96a	12,52b	13,82
CEL (%MSI)	28,69a	26,23b	25,98b	25,80b	4,10

Médias seguidas por letras distintas na linha diferem entre si pelo teste SNK (P<0,05).

\*FDN= fibra em detergente neutro; FDND= fibra em detergente neutro digestível; FDA= fibra em detergente ácido; FDAD= fibra em detergente ácido digestível; HCEL= hemiceluloses; HCELD= hemiceluloses digestíveis; CEL = celulose; CELD = celulose digestível.

As médias dos consumos de FDN e HCEL digestíveis (g/UTM) foram semelhantes à encontrada para os consumos de FDN e HCEL (g/UTM), porém dietas com 27% resultaram um menor consumo de FDAD (g/UTM) em relação às demais dietas. Caracteriza-se em relação à FDA, que nas condições em que os animais têm a possibilidade em selecionar outros ingredientes da dieta, eles o fazem. Na dieta com 27%, como foi retirado o capim-elefante, fonte fibrosa de melhor digestibilidade, houve redução acentuada do consumo. O consumo de celulose digestível (g/UTM) não variou entre as dietas experimentais. Para todas as dietas experimentais, os níveis de ligninas foram altos e aumentaram com a inclusão do subproduto (Tab. 1). Na Tab. 1 também se percebe que os níveis de celulose diminuíram com o aumento de inclusão do subproduto. Isso provavelmente resultou em menor consumo de celulose digestível evidenciado na dieta com 27% de inclusão do resíduo. A FDN como porcentagem da matéria seca ingerida ficou em torno de 47% para as dietas que incluíram o resíduo e foram menores do que o tratamento-controle. Provavelmente por isso, o tipo de resposta encontrada entre os tratamentos para o consumo de matéria seca (Tab. 3) tenha sido tão semelhante. Os consumos de FDA e de

hemiceluloses não variaram como porcentagem da matéria seca ingerida, e o consumo de celulose (%MSI) foi menor nos tratamentos que incluíram o resíduo em relação à dieta-controle. Equações de regressão para estes parâmetros também apresentaram coeficientes de determinação menores do que 45%.

A importância de se conhecerem os níveis que resultam em maiores consumos fibrosos advém da capacidade do ruminante em convertê-los, por meio da fermentação microbiana, em compostos nitrogenados por intermédio da síntese protéica microbiana e pela produção de ácidos graxos voláteis importantes ao metabolismo energético desses animais. Dependendo da região e da facilidade de aquisição de resíduos da indústria processadora de abacaxi, a substituição de fontes de fibras forrageiras tradicionais, como o capim-elefante, por exemplo, por fontes alternativas de fibra não forrageira pode vir a baratear os custos de produção, sem perdas de valor nutritivo das dietas e/ou diminuição do aproveitamento desses nutrientes em termos de consumo e digestibilidade. Quanto às digestibilidades da FDN e hemiceluloses, não houve diferenças significativas entre as dietas a partir do incremento dos níveis de resíduo de abacaxi dietéticos (Tab. 6).

Tabela 6. Médias (%) dos coeficientes de digestibilidade das frações fibrosas das dietas contendo quantidades crescentes de resíduo de abacaxi fornecidas a ovinos

Frações analisadas	Dietas				Coeficientes de variação (%)
	0	11%	16%	27%	
Fibra detergente neutro	61,56a	56,27a	57,73a	52,70a	11,59
Fibra detergente ácido	56,79a	46,34b	45,28b	39,38b	13,59
Hemiceluloses	65,26a	63,19a	66,71a	62,14a	11,86
Celulose	61,64a	52,51b	58,71ab	51,43b	9,89

Médias seguidas por letras distintas na linha diferem entre si pelo teste SNK (P<0,05).

Já para a FDA, a dieta que não incluiu o resíduo de abacaxi apresentou a maior digestibilidade. Os dados de digestibilidade da celulose foram semelhantes, permitindo inferir que a fração celulósica pode ter sido a responsável pela queda da digestibilidade da FDA quando se incluiu o resíduo de abacaxi, uma vez que a porção hemicelulolítica não variou entre as dietas. Porém, ressalta-se que houve semelhança de valores de digestibilidade da celulose entre as dietas com 0% e 16% de inclusão de resíduo. De acordo com Van Soest (1994), a celulose apresenta pouca influência direta sobre a digestibilidade. Para esse autor, qualquer predição baseada no conteúdo desse nutriente nos alimentos fornecidos deve considerar as associações secundárias com lignificação e outros fatores de proteção. As dietas com 0% de inclusão do resíduo apresentavam teores de ligninas da ordem de 12,44%. Com a inclusão do resíduo, esses teores aumentaram para 13 e 14%. Mais estudos são requeridos no sentido de se estabelecer a influência da pectina sobre as digestibilidades da FDN e FDA em questão, não só no aspecto quantitativo, mas também qualitativo.

Os consumos de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido (g/UTM) foram semelhantes aos encontrados por Lousada Júnior

(2003), na ordem de 47,15g/UTM e 20,63g/UTM, respectivamente. Entretanto, o consumo das hemiceluloses foi maior para a dieta com 11% de resíduo de abacaxi. Dentre as equações representantes das frações fibrosas dietéticas, destacaram-se as seguintes, quanto aos maiores coeficientes de determinação e significância estatística (Digestibilidade da FDA ou DFDA e Digestibilidade da celulose ou DCEL):

$$DFDA = 56,79 - 1,92X + 0,12X^2 - 0,0025X^3$$

(R<sup>2</sup>=0,55; P<0,01)

$$DCEL = 61,64 - 3,8X + 0,37X^2 - 0,0091X^3$$

(R<sup>2</sup>=0,42; P<0,05)

Derivando-se a equação de regressão de digestibilidade da celulose, obteve-se que a inclusão de resíduo de abacaxi para esse parâmetro resulta em maior coeficiente de digestibilidade da CEL (60,84%) no nível 20,22% de inclusão.

Na Tab. 7 são comparados os consumos de energia bruta, energia digestível e energia metabolizável para avaliação do balanço energético dos ovinos. Também são apresentados os coeficientes de digestibilidade aparente da energia bruta.

Tabela 7. Médias de consumo de energia bruta (EB), digestível (ED) e metabolizável (EM)/UTM (kcal/kg<sup>0,75</sup>), coeficientes de digestibilidade aparente da energia bruta e balanço energético das dietas experimentais

Frações analisadas	Dietas				Coeficientes de variação (%)
	0%	11%	16%	27%	
Consumo de EB	431,16b	550,77a	465,52ab	417,22b	15,06
Consumo de ED	300,26a	350,64a	322,35a	274,29a	14,63
Consumo de EM	262,99ab	325,27a	300,33ab	239,58b	16,46
Coeficientes de digestibilidade (%)	70,09a	63,84a	69,19a	65,80a	5,27
Balanço energético	3,60a	4,45a	4,11a	3,12a	21,18

Médias seguidas por letras distintas na linha diferem entre si pelo teste SNK (P<0,05).

Não houve diferenças significativas entre as dietas para o consumo de energia digestível, digestibilidade da energia bruta e balanço energético. Para o consumo da energia metabolizável, houve igualdade de valores na faixa de inclusão de resíduo compreendida entre os níveis 0 e 16%. Houve também, no nível 27%, redução de consumo de energia metabolizável em relação ao nível 10% de inclusão. Na dieta com 27% de inclusão de resíduo, o consumo de energia metabolizável (239,58kcal/kg<sup>0,75</sup>) foi menor do que o requisito mínimo preconizado pelo Nutrient... (1985) para consumo de energia metabolizável de ovinos em terminação (265,24kcal/kg<sup>0,75</sup>), entretanto os valores encontrados para essa dieta foram semelhantes

aos encontrados nos tratamentos com 11 e 16% de inclusão de resíduo, que, por sua vez, foram compatíveis com a recomendação do Nutrient... (1985). De acordo com Van Soest (1994), a diminuição do aporte energético dietético pode influenciar negativamente a utilização da proteína dietética, em decorrência da alta correlação positiva encontrada neste trabalho entre o consumo de energia metabolizável e o balanço nitrogenado ( $r=0,8137$ ;  $P<0,0001$ ).

Os valores médios do balanço de nitrogênio para os quatro tratamentos constam na Tab. 8. Não houve diferenças estatísticas entre as dietas para nenhum dos parâmetros analisados.

Tabela 8. Balanço de nitrogênio comparado nas diferentes dietas contendo quantidades crescentes de resíduo de abacaxi fornecidas a ovinos

Frações analisadas	Dietas				Coeficientes de variação (%)
	0%	11%	16%	27%	
Nitrogênio ingerido (g/dia)	37,86a	46,12a	38,06a	33,31a	19,67
Nitrogênio fecal (g/dia)	11,54a	15,98a	13,35a	11,71a	23,77
Nitrogênio urinário (g/dia)	8,33a	5,65b	4,27b	4,68b	29,74
Balanço de nitrogênio	17,99a	24,49a	20,44a	16,92a	23,07
Nitrogênio retido (% sobre o N ingerido)	47,43a	53,26a	53,18a	50,43a	9,51

Médias seguidas por letras distintas na linha diferem entre si pelo teste SNK ( $P<0,05$ ).

Balanços nitrogenados e energéticos positivos foram encontrados como resultado do efeito da proteína dietética sobre a digestão e fermentação microbiana, assim como pelo efeito do perfil de aminoácidos incorporados e disponibilidade de energia à produção e ao metabolismo animal. Alta correlação foi encontrada entre os balanços nitrogenado e energético ( $r=0,92$ ;  $P<0,0001$ ). Também foram encontradas altas correlações positivas entre os consumos de todos os nutrientes dietéticos e o balanço nitrogenado ( $r>0,79$ ;  $P<0,0001$ ).

### CONCLUSÕES

O subproduto do processamento agroindustrial do abacaxi apresenta potencialidade como alimento para ruminantes, especialmente se incluído em até 16% de dietas para ovinos. As características da parede celular do subproduto de abacaxi limitam o consumo dos nutrientes dietéticos.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: IBGE, v.59, 1999.
- BANCO de dados agregados. IBGE. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acessado em: 12 set. 2004.
- BLAXTER, K.L.; CLAPPERTON, J.L. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. *Br. J. Nutr.*, v.19, p.511-522, 1965.
- CAPPELLE, E.R.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. *Rev. Bras. Zootec.*, v.30, p.1837-1856, 2001.
- LITTELL, R.C.; FREUND, R.J.; SPECTOR, P.C. *SAS<sup>®</sup> system for linear models*. Cary, NC: SAS Institute, 1991. 329p.
- LOUSADA JÚNIOR, J.E. Digestibilidade aparente de resíduos do processamento de frutas em ovinos. 2003, 94f. Dissertação (Mestrado em



*Valor nutritivo do resíduo da indústria...*

Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

NUTRIENT requirements of sheep. 6.ed. Washington DC: National Academy of Sciences, 1985. 99p.

OFFICIAL methods of analysis (red.). Washington DC: AOAC, 1980. 1015p.

RIBEIRO JÚNIOR, J.I. *Análises estatísticas no SAEG*. Viçosa:UFV, 2001. 301p.

SILVA, D.J. *Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. 2.ed. Viçosa: UFV, 1990. 165p.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II.

Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.*, v.70, p.3562-3577, 1992.

VAN SOEST, P. J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.D.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, v.74, p.3583-3597, 1991.

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61, 1999, *Proceedings...*, Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.