

Níveis de Substituição da Silagem de Milho pela Silagem de Resíduos Industriais de Abacaxi sobre a Degradabilidade Ruminal em Bovinos de Corte¹

Fabiana Helena Lallo², Ivanor Nunes do Prado³, Willian Gonçalves do Nascimento⁴, Lúcia Maria Zeoula³, Fernanda Barros Moreira⁵, Fábio Yoshimi Wada⁶

RESUMO - Objetivou-se avaliar a cinética de degradação ruminal e a degradabilidade efetiva (DE) da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) de quatro rações experimentais, com diferentes níveis de substituição (0, 20, 40 e 60%) da silagem de milho pela silagem de resíduos industriais de abacaxi e da silagem de resíduos industriais de abacaxi individualmente. Foram utilizados três bovinos inteiros (½ Nelore x ½ Angus), portadores de cânula ruminal, com peso vivo médio de 350 kg. As amostras das rações e da silagem de resíduos industriais de abacaxi individualmente foram homogeneizadas e moídas em moinho com peneira de 5 mm de crivo. Os alimentos foram incubados no rúmen em sacos de náilon nos tempos 4, 8, 12, 24, 48, 72 e 96 horas. A silagem de resíduos industriais de abacaxi incubada individualmente apresentou valores de 28,8%; 49,4% e 4,2%/h para os parâmetros a, b e c da MS e 55,9%; 34,6% e 5,5%/h para PB. Ainda, apresentou valores de 51,4 e 74,1%, respectivamente para DE da MS e PB para a taxa de passagem estimada em 5%/h. Para a MS, a substituição da silagem de milho pela silagem de resíduos industriais de abacaxi, mostrou comportamento quadrático negativo e para a fração *a* e quadrático positivo para a fração *b*. O parâmetro *c* apresentou comportamento quadrático, com valor máximo para o T40. Para a PB, o parâmetro *a* apresentou comportamento linear positivo e o parâmetro *c* linear negativo. Ainda, o parâmetro *b* da PB apresentou comportamento quadrático positivo. Para a taxa de passagem de 5%/h, a DE da MS foi de 53,0; 51,9; 55,2 e 50,9% e da PB foi de 70,7; 70,5; 66,8 e 72,7%, para os níveis de substituição de 0, 20, 40 e 60% da silagem de milho pela silagem de resíduos industriais de abacaxi.

Palavras-chave: bovinos, confinamento, degradabilidade, silagem de milho, silagem de resíduo industrial de abacaxi

Substitution Levels of Corn Silage by Pineapple By-products on Ruminal Degradability in Beef Cattle

ABSTRACT - The objective of this experiment was evaluate the ruminal degradation kinetics and effective degradability (ED) of dry matter (DM) and crude protein (CP) of four experimental diets, with different substitution levels (0, 20, 40 and 60%) of corn silage by pineapple by-products silage. It was evaluated pineapple by-products silage individually. Three bulls (½ Nelore x ½ Angus) with ruminal cannulas and average weight of 350 kg were used. The samples of each diet and of pineapple by-products silage were mixed and grounded through a 5 mm screen grinder. The feed were incubated in the rumen using nylon bag in times 4, 8, 12, 24, 48, 72, and 96 hours. The pineapple by-products silage when incubated individually presented the values of 28.8%; 49.4%, and 4.2%/h for the parameters a, b, and c of DM and 55.9%; 34.6%, and 5.5%/h for CP. The pineapple by-product silage presented values of 51.4% and 74.1%, respectively for ED of DM and CP at passage rate of 5%/h. With different substitution levels of corn silage by pineapple by-products silage, the fraction *a* the DM presented a quadratic negative behavior and the fraction *b* a quadratic positive behavior. The *c* parameter presented a quadratic positive behavior with maximum value in T40. For CP, the parameters *a* presented a linear positive behavior and the parameter *c*, a linear negative behavior. The fraction *b* presented a quadratic positive behavior. At passage rate of 5%/h, the ED of DM presented values of 53.0%; 51.9%; 55.2% and 50.9%, and the ED of CP were 70.7%; 70.5%; 66.8%, and 72.7%, for the substitution levels of 0, 20, 40, and 60% of corn silage by pineapple by-products silage.

Key Words: cattle, corn silage, degradability, feedlot, pineapple by-product silage

Introdução

A produção intensiva de bovinos de corte representa uma dificuldade à produção de carne nacional, em função do alto custo de alimentação. Isso é

decorrente do uso de alimentos usados na dieta de monogástricos e para o consumo humano.

Além desta concorrência de utilização, outro fator que contribui para os altos valores encontrados pelos alimentos são fatores climáticos, sendo que este

¹Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor.

²Mestre em Zootecnia - UEM. E-mail: fabianalallo@hotmail.com

³Professores - Departamento de Zootecnia - UEM - Pesquisadores do CNPq. E-mail: inprado@uem.br; lmzeoula@uem.br

⁴Doutorando em Zootecnia - UEM. E-mail: williangnascimento@ig.com.br

⁵Doutora - Médica Veterinária. E-mail: fbmoreira@sercomtel.com.br

⁶Mestrando em Zootecnia - UEM. E-mail: fyw@ig.com.br

fator vem representado pela época de cultivo e colheita destes produtos, gerando períodos de safra e entressafra. No período de entressafra seu custo apresenta-se elevado, conseqüentemente prejudiciais ao produtor. Em função destes fatores, existe a necessidade de uso de novos alimentos, considerados como alternativos, que apresentem qualidade e quantidade que possam torná-los substitutos para os comumente usados na alimentação dos ruminantes.

O Brasil possui enorme quantidade de resíduos e subprodutos da agricultura e da agroindústria, com potencial de uso na alimentação de ruminantes (Prado & Moreira, 2002). Algumas limitações podem fazer com que o mesmo tenha uma utilização mais restrita, entre elas a grande quantidade de água, que acabam acarretando problemas de transporte, representado pelo alto custo de coleta, a conservação de seus resíduos e a necessidade, em alguns casos, de processos de tratamento para melhoria de seu valor nutritivo (Prado & Moreira, 2002).

O Brasil ocupa lugar de destaque mundial na produção de abacaxi. Sendo assim, as extensas formas de uso deste fruto na alimentação humana acaba gerando grande quantidade de resíduo que, muitas vezes, por falta de informações, acaba sendo inutilizado, desperdiçando um subproduto com possibilidade de utilização na alimentação de ruminantes, além de contribuir para redução da poluição ambiental.

O uso de resíduos industriais de abacaxi na alimentação de bovinos foi estudado por Rodrigues & Peixoto (1990b) e estes observaram que o resíduo possui características nutricionais que possibilita sua utilização para bovinos. Em outro trabalho (Rodrigues & Peixoto, 1990a) utilizaram o resíduo na forma ensilada e os resultados consideraram a silagem como uma boa fonte de volumoso para bovinos.

Por outro lado, segundo Bertipaglia et al. (2000), em estudo realizado com resíduos do suco de maracujá, para o uso racional de resíduos da agroindústria na nutrição animal, é necessário pesquisas mais detalhadas para o conhecimento do seu valor nutritivo.

O estômago dos ruminantes apresenta processos fisiológicos que acarreta um sistema biológico complexo no qual certos processos digestivos não são totalmente conhecidos e quantificados, dificultando a escolha do alimento a ser utilizado, assim como a formulação de rações. Portanto, é fundamental o conhecimento da participação dos microrganismos ruminais na degradação de vários nutrientes, oriundos de alimentos com distintas características nutricionais.

A possibilidade de estudar a degradabilidade ruminal dos alimentos por meio de uso de sacos de náilon incubados no rúmen não é recente (Orskov & McDonald, 1979). Segundo alguns pesquisadores (Valadares Filho et al., 1992; Martins et al., 1999), esta técnica consiste em supor que os alimentos e seus constituintes sejam compostos de três frações distintas: fração *a* que representa a fração solúvel do alimento, podendo ser utilizada imediatamente pelos microrganismos do rúmen; fração *b*, que corresponde à fração potencialmente degradável, e o parâmetro *c* que corresponde à taxa de degradação da fração *b*. Esta técnica permite a avaliação rápida e simples da degradação do material contido nos sacos de náilon, em função do seu tempo de incubação no rúmen, sendo usada por muitos pesquisadores para caracterização dos alimentos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a cinética de degradação ruminal e a degradabilidade efetiva da matéria seca e proteína bruta de quatro rações experimentais, com diferentes níveis de substituição (0, 20, 40 e 60%) da silagem de milho pela silagem de resíduos industriais de abacaxi. Ainda, a silagem de resíduos industriais de abacaxi foi avaliada individualmente.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no setor de Bovinocultura de Corte da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), pertencente à Universidade Estadual de Maringá (UEM). As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição e Alimentação Animal do Departamento de Zootecnia (DZO) da UEM.

Foram utilizados três bovinos inteiros (½ Nelore x ½ Angus), com aproximadamente 20 meses de idade e peso vivo médio de 350 kg, portadores de cânulas ruminais. Os animais permaneceram estabulados em baias individuais de 5 m x 2m. As baias eram cercadas com barras de ferro, com piso de concreto, parcialmente cobertas com telhas de zinco. O comedouro, com 2 m linear/baia, estava localizado na parte coberta e o bebedouro, com capacidade para 250 litros, na parte descoberta.

Neste experimento, foi avaliada a silagem de resíduos industriais de abacaxi individualmente, sendo que este resíduo era composto de casca, miolo, coroa e pequena quantidade de polpa oriunda de frutos descartados, e quatro dietas que foram formuladas atendendo as exigências nutricionais dos ani-

mais em estudo, sendo utilizado: milho, farelo de soja, sal mineral, monensina e uréia, como concentrado e silagem de milho e/ou silagem de abacaxi, como volumoso diferindo entre si através de 0, 20, 40 e 60% de substituição. As composições químicas dos alimentos e rações incubadas estão apresentadas na Tabela 1 e a composição percentual das rações, na Tabela 2.

Os animais fistulados receberam ração total misturada à base de silagem de milho, silagem de abacaxi, milho, farelo de soja, uréia, monensina e sal mineral. O consumo de matéria seca foi limitado em 1,6% do peso vivo dos animais.

A degradabilidade da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) das quatro rações e da silagem de resíduos industriais de abacaxi, individualmente, foi estimada pela técnica *in situ* do saco de náilon. As quatro rações e a silagem de resíduos industriais de abacaxi foram incubadas em cada um dos animais. Cada animal foi considerado como uma repetição. As dimensões dos sacos de monofilamento de poliéster

eram de 10 cm x 17 cm, com diâmetro dos poros de 53 microns. Aproximadamente 7 gramas de amostra (base na MS) seca em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, moídas em peneira de 5 mm, foram colocadas em cada saco. Nos dias de incubação, os sacos foram presos, em triplicata à uma barra de aço inoxidável, com peso de 600g; suspensa por um fio de náilon de 60 cm de comprimento, à fistula ruminal.

Os períodos de incubação empregados tiveram duração de 96, 72, 48, 24, 12, 8, 4 e 0 horas e a introdução dos sacos foi realizada diariamente no mesmo horário, às 8 h, antes dos animais receberem o primeiro trato para permitir que todos os sacos estivessem nas mesmas condições de fermentação. Todos os sacos de náilon foram colocados no rúmen nos respectivos tempos e retirados no tempo zero, com exceção do período de 12, 8 e 4 horas, que foram incubados no primeiro dia juntamente com o período de 96 horas e foram retirados decorridos os seus tempos de incubação. A seqüência de introdução e

Tabela 1 - Composição química dos alimentos e das rações

Table 1 - Chemical composition of the diets ingredients

Ingredientes <i>Ingredients</i>	*MS <i>DM</i>	% da MS <i>% of DM</i>						
		PB <i>CP</i>	MO <i>OM</i>	EB [#] <i>GE[#]</i>	FDN <i>NDF</i>	MM <i>MM</i>	Ca	P
Silagem de milho <i>Corn silage</i>	36,46	7,05	94,97	3,16	50,02	5,03	0,25	0,22
Silagem de resíduo industrial de abacaxi <i>Pineapple by-products silage</i>	14,78	8,83	82,98	4,13	64,70	17,02	0,56	0,15
Farelo de soja <i>Soybean meal</i>	88,62	50,00	93,49	4,70	18,08	6,51	0,46	0,73
Milho <i>Corn</i>	94,17	6,97	92,59	4,47	25,84	7,41	0,03	0,32
Monensina <i>Monensin</i>	98,00	-	100,00	-	-	-	-	-
Uréia <i>Urea</i>	98,00	267,30	100,00	-	-	-	-	-
Sal mineral <i>Mineral salt</i>	98,00	-	8,89	-	-	91,11	17,37	-
Rações								
<i>Diets</i>								
T0**	49,19	11,92	93,68	3,70	38,81	6,29	0,27	0,30
T20**	41,25	12,17	92,47	3,80	40,11	7,51	0,30	0,29
T40**	35,53	12,51	91,19	3,92	41,26	8,78	0,33	0,29
T60**	30,91	12,76	89,90	4,03	42,69	10,08	0,37	0,28

* Dados obtidos no Laboratório de Nutrição e Alimentação Animal do Departamento de Zootecnia - UEM.

Megacalorias/kg de MS.

** Níveis de substituição da silagem de milho pela silagem de resíduo de abacaxi.

* Data obtained from the Laboratory of Feed Analyses and Animal Nutrition - UEM.

Megacalories/kg of DM.

** Substitution levels of corn silage by pineapple by-product silage.

Tabela 2 - Composição percentual (%MS) das dietas
 Table 2 - Percent composition (%DM) of the diets

Ingredientes (%MS) Ingredients (%DM)	T0*	T20*	T40*	T60*
Silagem de milho Corn silage	57,45	46,82	35,17	24,00
Silagem de resíduo industrial de abacaxi Pineapple by-product silage	-	9,99	20,27	30,93
Farelo de soja Soybean meal	8,85	8,98	9,27	9,37
Milho Corn	32,81	33,30	34,36	34,76
Monensina Monensin	0,02	0,02	0,02	0,02
Uréia Urea	0,43	0,44	0,46	0,46
Sal mineral Mineral salt	0,43	0,44	0,46	0,46

*Níveis de substituição da silagem de milho pela silagem de resíduos industriais de abacaxi.

*Substitution levels of corn silage by pineapple by-product silage.

retirada dos sacos no rúmen dos animais foi a seguinte:

Dia	1	2	3	4	5
Horário	8:00	8:00	8:00	8:00	8:00
Período de incubação	96, 12, 8 e 4h	72h	48h	24h	Retirada

Após a remoção, os sacos foram lavados com água corrente e posteriormente em máquina de lavar em quatro ciclos de 10 minutos, juntamente com os sacos, contendo amostras do período zero (0) de incubação.

Após serem lavados, os sacos foram submetidos à secagem em estufa de ventilação forçada, a 55°C, por 72 horas para posterior análise química. A porcentagem de degradação da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB), por período de incubação, foram calculadas pela proporção de alimento que restou nos sacos após a incubação ruminal.

A degradabilidade dos nutrientes da dieta foi calculada por intermédio da equação descrita por Orskov & McDonald (1979):

$$p = a + b(1 - e^{-ct})$$

em que: p = degradabilidade efetiva no tempo t; a = fração solúvel da MS e PB prontamente degradável no rúmen; b = fração insolúvel, mas potencialmente degradável; c = taxa constante de degradação da

fração b; t = tempo de incubação; a + b ≤ 100.

Os parâmetros não-lineares a, b e c foram estimados pelo método de Marquardt (Saeg, 1983). A degradabilidade efetiva da MS (DEMS) e da PB (DEPB) no rúmen foi calculada por intermédio da equação descrita por Orskov & McDonald (1979):

$$DE = a + (b \times c/c + k)$$

em que k = taxa de passagem dos sólidos do rúmen e os demais parâmetros foram descritos na equação anterior.

A degradabilidade efetiva dos parâmetros analisados (MS e PB) foi estimada para cada tratamento, levando-se em conta a taxa de passagem de sólidos no rúmen de 2, 5 e 8%/h, que pode ser atribuído em nível de consumo alimentar baixo, médio e alto, conforme AFRC (1993).

Os teores de matéria seca foram obtidos em estufa a 105°C. Os teores de proteína bruta foram determinados pelo método de Kjeldhal, como descrito por Silva (1990).

Os dados de degradabilidade foram analisados através do programa SAEG (1983), por meio de equações de regressão entre a variável independente (níveis de substituição) e as diversas variáveis dependentes obtidas no experimento. O delineamento experimental utilizado foi de parcelas subdivididas, sendo consideradas como parcela principal as dietas avaliadas, como subparcelas os tempos de incubação, e cada animal uma repetição.

Resultados e Discussão

A silagem de resíduos industriais de abacaxi, quando incubada individualmente, apresentou valor para a fração solúvel (a), fração potencialmente degradável (b) e taxa de degradação da fração b (c) da matéria seca (MS) de 28,8%; 49,4% e 4,2%/h, respectivamente. Da mesma forma, Vieira et al. (1999), trabalhando com casca de três variedades de maracujá, resíduo semelhante ao de abacaxi, observaram valores médios de 28,0% e 52,0%, respectivamente para os parâmetros a e b e 10,0%/h para a taxa de degradação de b (c) da MS. Ainda, Bertipaglia et al. (2000) encontraram valor semelhante (23,0%) para a fração a da MS para a silagem de resíduo de maracujá, em bovinos mestiços. No entanto, o valor observado para a fração b (35,4%), por estes autores, foi inferior ao encontrado neste experimento (49,4%). A taxa de degradação da fração b (c), encontrada por Bertipaglia et al. (2000) foi maior (12,5%/h) a deste

experimento (4,2%/h). Porcionato et al. (2000), avaliando os parâmetros ruminiais da polpa cítrica peletizada em bovinos, observaram valores médios de 34,0%; 60,9% e 9,7%/h para as frações *a* e *b* e para o parâmetro *c* da MS, respectivamente, com níveis de participação de 40 e 60% da polpa *decitrus* na ração.

A degradabilidade efetiva (DE) da MS de resíduos industriais de abacaxi foi de 62,3; 51,4 e 45,9% para as taxas de passagem de 2; 5 e 8%/h, respectivamente. Estes valores foram próximos aos encontrados por Martins et al. (1999) para as silagens de milho e sorgo. Por outro lado, Martins et al. (1999) observaram valores superiores para a polpa *decitrus* desidratada, resíduo rico em pectina como é o caso da silagem de resíduos de abacaxi. Da mesma forma, Bertipaglia et al. (2000) observaram valores médios superiores para as DE da MS (83,7 e 73,3%) para as taxas de passagem de 2 e 5%/h, respectivamente, para a silagem de maracujá.

Os valores para as frações *a* e *b* e a taxa de degradação da fração *b* (*c*) para a PB da silagem de resíduos industriais de abacaxi foi de 55,9%; 34,6% e 5,5%/h. Vieira et al. (1999) observaram resultados semelhantes para 3 tipos de resíduos de maracujá, em bovinos. Da mesma forma, Martins et al. (1999) trabalhando com polpa de *citrus*, silagens de milho e sorgo observaram que as frações *a* e *b* estavam próximas dos resultados encontrados neste trabalho.

A degradabilidade efetiva (DE) da PB foi de 81,3; 74,1 e 70,0%, respectivamente, para as taxas de passagem 2; 5 e 8%/h. Estes valores foram superiores aos encontrados por Martins et al. (1999) para polpa de *citrus* e para as silagens de milho e sorgo. Todavia, foram semelhantes aos resultados obtidos por Vieira et al. (1999) para resíduos de três variedades de maracujá.

A silagem de resíduos industriais de abacaxi, apresenta as frações *a* e *b* da MS inferiores as silagens de milho, sorgo e resíduos desidratado de polpa de *citrus*, mas próximo dos resíduos industriais de maracujá. Todavia, a taxa de degradação da fração *b* (*c*) é maior para os resíduos industriais de abacaxi, em comparação as silagens de milho e sorgo, semelhante ao resíduo de polpa de *citrus* e inferior aos resíduos de maracujá. A degradabilidade efetiva da MS apresenta-se semelhante para os resíduos industriais de abacaxi e silagens de milho e sorgo, mas inferior para aos resíduos de polpa de *citrus* e maracujá. Este comportamento poderá estar diretamente correlacionado com a composição química dos resí-

duos industriais de abacaxi que apresentam altas taxas de pectinas, como os resíduos de *citrus* e maracujá.

O comportamento da fração solúvel (*a*), potencialmente degradável (*b*) e taxa de degradação da fração *b* (*c*) da MS no rúmen das rações experimentais estão apresentados na Tabela 3.

A fração *a* da matéria seca reduziu-se de forma quadrática ($P < 0,05$) com a substituição da silagem de milho pela silagem de resíduos industriais de abacaxi, com valor de mínimo para o tratamento T40 (26,5%). Ao contrário, a fração *b* da matéria seca aumentou de forma quadrática ($P < 0,05$) em função dos níveis de substituição da silagem de milho pela silagem de resíduos industriais de abacaxi.

A redução da fração solúvel (*a*) e aumento da fração potencialmente degradável no rúmen (*b*) da matéria seca com a substituição da silagem de milho pela silagem de resíduos industriais de abacaxi nas rações, poderia ser explicado pela menor solubilidade das silagens de milho (61,5%) e sorgo (59,6%) para a fração *b*, conforme descrito por Martins et al. (1999) em bovinos de corte, em comparação a fração *a* da silagem de resíduos de abacaxi (28,8%).

Bertipaglia et al. (2000), avaliando a degradabilidade das silagens de milho e de resíduo da extração do suco de maracujá em bovinos mestiços, encontraram valores para *a* de 31,2 e 23,0% e para *b* de 42,3 e 35,4%, respectivamente. Porcionato et al. (2000), avaliando os parâmetros ruminiais de dois tipos de polpa de *citrus* peletizada (normal e queimada) com 40% e 60% de participação na ração, observaram valores de 34,0% e 32,2% para a fração *a*. Para o parâmetro *b*, segundo os mesmos autores, os valores foram de 62,9% e 59,0% para a polpa de *citrus* peletizada normal, para os níveis de 40 e 60%, e de 51,9 e 49,0%, para a forma queimada, para os níveis de 40 e 60%. Vieira et al. (1999), avaliando a degradabilidade da casca do fruto de três variedades de maracujá em bovinos, observaram valor médio da ordem de 28,2% para a fração *a* entre todas as variedades. Para a fração *b*, os mesmos autores encontraram valor médio entre as variedades da ordem de 51,0%, sendo que, entre estas, a que apresentou maior valor foi a casca de maracujá "roxo". Banys et al. (1999), utilizando silagem de milho com espigas em ponto de grão consorciada com girassol em bovinos, verificaram valor de 33,1% para a fração *a* e 36,6% para a fração *b*.

Para o parâmetro *c* (taxa de degradação da

Tabela 3 - Efeito dos níveis de substituição da silagem de milho pela silagem de resíduos industriais de abacaxi sobre a fração solúvel (a), fração potencialmente degradável (b), taxa de degradação da fração b (c) e degradabilidade efetiva da matéria seca (MS) para a taxa de passagem de 2, 5 e 8%/h

Table 3 - Effect of substitution corn silage by pineapple by-products silage on fraction a, fraction b and degradation rate of b (c) and dry matter (DM) effective degradability at passage rates of 2, 5 and 8%/h

Parâmetros <i>Parameters</i>	T0*	T20*	T40*	T60*	Regressão <i>Regression</i>
A	31,4	27,9	26,5	27,2	$\hat{Y} = 31,37 - 0,226x + 0,0026x^2 - R^2 = 0,69$
B	51,8	56,6	59,4	60,3	$\hat{Y} = 51,78 + 0,290x - 0,0025x^2 - R^2 = 0,91$
C	3,6	3,9	4,5	3,3	$\hat{Y} = 3,57 + 0,054x - 0,000923x^2 - R^2 = 0,32$
2%/h	64,0	66,2	66,5	65,0	$\hat{Y} = 66,39 + 0,156x - 0,0023x^2 - R^2 = 0,23$
5%/h	52,4	53,7	53,4	51,5	$\hat{Y} = 52,39 + 0,105x - 0,0020x^2 - R^2 = 0,88$
8%/h	46,9	47,4	46,8	45,1	$\hat{Y} = 46,89 + 0,049x - 0,0013x^2 - R^2 = 0,97$

* Níveis de substituição da silagem de milho pela silagem de resíduos industriais de abacaxi.

* Substitution levels corn silage by pineapple by-products silage.

fração *b*), a equação que melhor se ajustou aos dados foi a de segundo grau (quadrática). Nota-se que o comportamento da curva foi crescente até o nível de 40% (ponto de máxima) de inclusão da silagem de resíduos industriais de abacaxi (4,5%/h); na seqüência teve uma redução de 1,1 ponto percentual até o nível de 60% (3,3%/h). Este comportamento é de difícil explicação biológica, podendo ter ocorrido em função do sinergismo entre os alimentos no rúmen. O valor individual de *a* da matéria seca para a silagem de resíduos industriais de abacaxi foi de 4,2%/h. Resultados semelhantes foram encontrados por Banys et al. (2000), onde observaram valor de 3,0%/h para taxa de degradação da fração *b* da silagem de milho consorciada com girassol. Existe uma variação importante com uso de diferentes alimentos na ração, uma vez que Martins et al. (1999), trabalhando com diferentes silagens e concentrados, observaram para a silagens de milho e sorgo valores de 1,1%/h e 1,1%/h, respectivamente, para a taxa de degradação da fração *b* (*c*). Por outro lado, Bertipaglia et al. (2000) observaram valor de 12,5%/h para taxa de degradação da fração *b* da silagem de resíduo da extração do suco de maracujá. Ainda, Vieira et al. (1999), trabalhando com resíduos (cascas) de diferentes variedades de maracujá, observaram valor médio para a taxa de degradação de *b*, entre todas as variedades analisadas de 8,5%/h. Com base nestes dados, pode-se inferir que as silagens de resíduos apresentam maiores valores de *c*, quando comparados à silagem de milho. Assim sendo a taxa de degradação da fração *b* estaria diretamente relacionada aos diferentes constituintes da ração.

A degradabilidade efetiva da matéria seca para as três taxas de passagem de sólidos no rúmen (2, 5 e 8%/h) apresentaram comportamento quadrático (Tabela 3), com ponto de máxima para o tratamento com 40% de substituição da silagem de milho pela silagem de resíduos industriais de abacaxi.

Valores superiores foram encontrados por Porcionato et al. (2000), que obtiveram, para a polpa de citrus peletizada, valor médio de DE da MS de 67,5% para taxa de passagem de sólidos de 5%/h. Valores aproximados foram observados por Martins et al. (1999), trabalhando com silagem de milho que apresentou DE da MS de 54,8% para a taxa de passagem de 5%/h. Ruggieri et al. (1996), avaliando a degradação *in situ* da MS de alguns alimentos volumosos em bovinos, obtiveram valor de 45,5% para a silagem de milho para a taxa de passagem de 5%/h.

O comportamento da fração solúvel (*a*), potencialmente degradável (*b*) e taxa de degradação da fração *b* (*c*) da proteína bruta no rúmen das rações experimentais estão apresentados na Tabela 4.

A fração *a* da PB aumentou de forma linear ($P < 0,05$) com o aumento dos níveis de substituição da silagem de milho pela silagem de resíduos industriais de abacaxi nas rações, passando de 39,5% para o tratamento T0 para 45,5% para o tratamento T60. Por outro lado, a fração *b* da PB apresentou comportamento quadrático positivo ($P < 0,05$), com ponto de máxima para o tratamento T20 (55,9%). Para a taxa de degradação da fração *b* (*c*), ocorreu uma redução linear ($P < 0,05$), passando de 6,3% para o tratamento T0 para 4,9% para o tratamento T60.

Segundo Vieira et al. (1999), em estudo de

Tabela 4 - Efeito dos níveis de substituição da silagem de milho pela silagem de resíduos industriais de abacaxi sobre a fração solúvel (a), fração potencialmente degradável (b), taxa de degradação da fração b (c) e degradabilidade efetiva da proteína bruta (PB) para a taxa de passagem de 2, 5 e 8%/h.

Table 4 - Effect of substitution corn silage by pineapple by-products silage on fraction a, fraction b and degradation rate of b (c) and crude protein (CP) effective degradability at passage rates of 2, 5 and 8%/h

Parâmetros Parameters	T0*	T20*	T40*	T60*	Regressão Regression
A	39,5	41,4	43,5	45,5	$Y = 39,48 + 0,0997x - R^2=0,24$
B	52,1	55,9	54,6	48,1	$Y = 52,10 + 0,3206x - 0,0065x^2 - R^2=0,36$
C	6,3	5,8	5,4	4,9	$Y = 6,30 - 0,0230x - R^2=0,40$
2%/h	81,7	80,2	80,4	82,3	$Y = 81,69 - 0,1174x + 0,0021x^2 - R^2=0,37$
5%/h	71,3	68,5	68,8	72,0	$Y = 71,32 - 0,2162x + 0,0038x^2 - R^2=0,35$
8%/h	65,2	62,0	62,5	66,5	$Y = 65,22 - 0,2485x + 0,0045x^2 - R^2=0,37$

*Níveis de substituição da silagem de milho pela silagem de resíduos industriais de abacaxi.

* Substitution levels corn silage by pineapple by-products silage.

degradabilidade da PB de três tratamentos distintos, sendo que cada um era composto de uma variedade diferente de maracujá (amarelo, roxo e doce) e um quarto tratamento composto pela mistura dos mesmos em bovinos, a variedade amarela e a mistura apresentaram valores médios da ordem de 58% para a fração *a*, 35% para a fração *b* e de aproximadamente 7%/h para o parâmetro *c*.

Martins et al. (1999), avaliando a degradabilidade ruminal da PB da silagem de milho e de alguns alimentos concentrados, obtiveram valores de 61,5%; 22,6% e 7%/h para a silagem de milho, assim como 52,3%; 47,7% e 1,3%/h para a polpa cítrica desidratada, respectivamente para as frações *a*, *b* e taxa de degradação de *b* (*c*). Ainda, segundo Rossi et al. (1996), a silagem de milho apresentou valor para a fração *a* de 62,61%, para *b* de 36,28% e para *c* de 3,32%/h, em estudo de degradabilidade da PB em bovinos.

As degradabilidades efetiva PB das rações para as taxas de passagem de 2, 5 e 8%/h assumiram comportamento quadrático ($P < 0,05$), com ponto de mínima para o tratamento T20 (Tabela 4). Valores semelhantes foram observados por Vieira et al. (1999), estudando a degradabilidade de diferentes variedades de maracujá, obtendo, para a taxa de passagem estimada de 4,8%/h, valor de degradabilidade efetiva da PB de aproximadamente 74,5%. Martins et al. (1999) obtiveram valores de degradabilidade efetiva da proteína bruta para a taxa de passagem de 5%/h de 70,4% para a silagem de milho. Valores superiores foram obtidos por Rossi Jr. et al. (1996) para a DE da silagem de milho, sendo de 85% para dietas contendo uma relação volumoso (60%):concentrado (40%).

Conclusões

A silagem de resíduos industriais de abacaxi, quando estudada individualmente, apresentou uma baixa fração solúvel da matéria seca. No entanto, a fração potencialmente degradável no rúmen e a taxa de degradação da fração *b* foram semelhantes à maioria dos resíduos da agroindústria e das silagens de milho e sorgo. Desta forma, a silagem de resíduos industriais de abacaxi podem fazer parte dos alimentos alternativos usados na alimentação de bovinos de engorda.

Por outro lado, os níveis de substituição (0, 20, 40 e 60%) da silagem de milho pela silagem de resíduos industriais de abacaxi alteraram pouco a dinâmica de fermentação ruminal. Assim, a silagem de resíduos industriais de abacaxi poderia substituir em até 60% (base da matéria seca) a silagem de milho nas rações para bovinos em confinamento, sem afetar a fermentação ruminal. Deve-se enfatizar que este resíduo é rico em pectina, o que poderia explicar o comportamento satisfatório na microflora ruminal. No entanto, existe a necessidade de se desenvolverem outras pesquisas, com o objetivo de conhecer de forma mais precisa a degradabilidade ruminal, digestibilidade aparente e metabolismo dos animais que estejam recebendo quantidade significativa destes resíduos nas suas respectivas dietas.

Literatura Citada

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: CAB International, 1993. 159p.
BANYS, V.L.; Von TIESENHAUSEN, I.M.E.; PAIVA, P.C.A.

- et al. Silagem consorciada de milho com girassol: composição química e degradabilidade. **Ciência e Agrotecnologia**, v.23, n.3, p.733-738, 1999.
- BERTIPAGLIA, L.M.A.; ALCALDE, C.R.; SIQUEIRA, G.B. et al. Degradação *in situ* da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro de silagens de milho e resíduo da extração do suco de maracujá. **Acta Scientiarum**, v.22, n.3, p.765-769, 2000.
- MARTINS, A. S; ZEOULA, L. M.; PRADO, I. N. et al.. Degradabilidade *in situ* da matéria seca e proteína bruta das silagens de milho e sorgo de alguns alimentos concentrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.1109-1117, 1999.
- NOCEK, J.E.; RUSSEL, J.B. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.10, p.2070-2107, 1988.
- ORSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, v. 92, n.2, p.499, 1979.
- PORCIONATO, M.A.F.; BERCHIELLI, T.T; FRANCO, G.L. et al.. Avaliação dos parâmetros ruminais da polpa de cítrica peletizada. 1- degradação da MS e FDN. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** São Paulo:SBZ/Gnosis, [2000]. CD-ROM. Nutrição de ruminantes. NUTR-0577.
- PRADO, I.N.; MOREIRA, F.B. **Suplementação de bovinos no pasto e alimentos alternativos usados na bovinocultura**. Maringá, PR. EDUEM – UEM, 2002. 162p.
- RODRIGUES, R.C.; PEIXOTO, R.R. Avaliação de alimentos. XXI. Composição bromatológica, digestibilidade e balanço de nitrogênio de resíduo de indústria de abacaxi ensilado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990, Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1990. p.93.
- RODRIGUES, R.C.; PEIXOTO, R.R. Avaliação de alimentos. XX. Composição bromatológica, digestibilidade e balanço de nitrogênio de resíduo de indústria de abacaxi. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990, Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1990. p.93.
- ROSSI JÚNIOR, P.; SILVA, A.G.; WANDERLEY, R.C. et al. Degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta de silagem de milho, farelo de soja e sorgo em bovinos da raça nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p.49-51.
- RUGGIERI, A.C.; POSSENTI, R.; GUIM, A. et al.. Degradação “*in situ*” da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro de alguns alimentos volumosos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p.388-390
- SISTEMA PARA ANÁLISE ESTATÍSTICA E GENÉTICA - SAEG. **Central de Processamento de Dados**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1983. 68p.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1990. 165p.
- SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição em ruminantes**. Piracicaba: Livrocetes, 1979. 384p.
- VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C., SANT'ANA, R. et al. Contaminação bacteriana em resíduos de incubação de alguns alimentos em sacos de náilon. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.3, p.467-474, 1992.
- VIEIRA, C.V.; VASQUEZ, H.M.; SILVA, J.F.C. et al. Composição químico-bromatológica e degradabilidade *in situ* da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro da casca do fruto de três variedades de maracujá (*Passiflora spp*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.1148-1158, 1999.

Recebido em: 07/05/02

Aceito em: 29/10/02