

Degradabilidade ruminal da matéria seca e da FND da casca de banana tratada com cal virgem

Ruminal degradability of banana peel treated with virgin lime

Flávio P. Monção¹, Sidnei T. Reis¹, João Paulo S. Rigueira¹, Eleuza Clarete J. Sales¹, Ana Paula S. Antunes³, Euclides R. Oliveira⁴ e Zaqueu G. Carvalho¹

¹ Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Montes Claros, Av. Reinaldo Viana, 2630, Bairro Bico da Pedra, Caixa Postal 91, Janaúba, Minas Gerais, Brasil. E-mails: moncaomoncao@yahoo.com.br, autor for correspondence; sidnei.reis@unimontes.br; jpzootecnia@hotmail.com; ecjsales@ibest.com.br; zakzootecnia@yahoo.com.br

² Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Estadual da Bahia, Rodovia BR 415, Km 03, Itapetinga – BA, CEP: 45700-000, Brasil. E-mail: anapaula-antunes@hotmail.com

³ Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Rodovia Dourados - Itahum, Km 12 - Cidade Universitária, Caixa Postal 533, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil. E-mail: euclidesoliveira@ufgd.edu.br

Recebido/Received: 2013.10.17
Aceitação/Accepted: 2013.12.12

RESUMO

Objetivou-se avaliar a cinética de degradação da matéria seca e fibra em detergente neutro da casca de banana tratada com cal virgem em diferentes níveis de inclusão na matéria natural. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos (1%, 2%, 3% e 4% de cal virgem) mais a testemunha e três repetições. Para o ensaio de degradabilidade foram utilizados três novilhos mestiço, Holandês x Nelore, com 400 kg de peso corporal, castrados, devidamente identificados e canulados no rúmen. Verificou-se degradabilidade potencial de 69,79% na matéria seca para a casca de banana tratada com 4% de cal virgem. Os resultados da fração degradável para fibra em detergente neutro no tratamento com 4% de cal virgem foram de 60,26%, enquanto, a casca de banana testemunha, apresentou valores de degradação de 60,56%. Houve incremento nos parâmetros da degradabilidade da matéria seca da fração “a” de 42,62% para 46,42% da casca de banana testemunha para a casca de banana tratada com 4% de cal virgem. Para a degradabilidade efetiva da fibra em detergente neutro foi observado valores de 23,67% e 22,26%, respectivamente, para a casca de banana testemunha e a tratada com 4% de cal virgem.

Palavras-chave: aditivo, álcali, cinética, coprodutos, ruminantes

ABSTRACT

This trial aimed to evaluate the kinetics of degradation of dry matter and neutral detergent fiber from peel of banana treated with virgin lime in different levels of inclusion in natural material. The experimental design used was the completely randomized blocks with four treatments (1%, 2%, 3% and 4% of virgin lime) plus the witness and three repetitions. For testing we used three degradability steers mestizo, Holstein x Nellore, with 400 kg of body weight, neutered, properly identified and rumen cannulated. There was 69.79% potential degradability in dry matter for the banana peel treated with 4 of virgin lime. The results of the degradable fraction for neutral detergent fiber in the treatment with 4% of virgin lime were 60.26%, while, the banana peel witness presented values of degradation of 60.56%. There was an increase in the parameters of the degradability of dry matter fraction the 42.62% for 46.42% banana peel witness to the banana peel treated with 4% of quicklime. For the effective degradability in neutral detergent fiber was observed values of 23.6%7 and 22.26% respectively for the banana peel witness and treated with 4% of virgin lime.

Keywords: additive, alkalis, kinetic, co products, ruminants

Introdução

A alimentação animal é um dos fatores que mais onera o custo de produção (Bosa *et al.* 2012). Com isso, coprodutos das agroindústrias como a casca de banana têm recebido atenção especial, uma vez que apresentam baixo custo de aquisição e apresentam valor nutricional com potencial para alimentação animal (Omer, 2009). A indústria de processamento de alimentos produz grandes quantidades de coprodutos que são desperdiçados, tornando uma fonte poluidora do meio ambiente (Goes *et al.*, 2008). No entanto, a grande dificuldade da utilização da casca de banana para alimentação animal em épocas estratégicas, consiste no manejo desse coproduto que apresenta em torno de 85% de água na matéria natural, o que inviabiliza o armazenamento e o tempo de estocagem.

A utilização de cal virgem (óxido de cálcio) como agente alcalino já vêm sendo usados com o intuito de melhorar a degradabilidade e digestibilidade de alimentos volumosos de baixo valor nutritivo como a cana-de-açúcar, e também melhorar o perfil de fermentação e permitir um melhor aproveitamento dos nutrientes das dietas que os contém por parte dos animais (Calderon e Shimada 1980).

Os agentes alcalinizantes atuam solubilizando parcialmente a hemicelulose, promovem o fenômeno conhecido como “intumescimento alcalino da celulose”, que consiste na expansão das moléculas de celulose, causando a ruptura das ligações das pontes de hidrogênio, as quais, segundo Jackson (1977), confere a cristalinidade da celulose, aumentando a digestão desta e da hemicelulose. De acordo com Klopfenstein (1978) o teor de lignina normalmente não é alterado pelo tratamento químico, mas a ação deste leva ao aumento da taxa de degradação da fibra.

De acordo com Van Soest (1994), algumas ligações que ocorrem durante a formação da parede celular são susceptíveis a ação de agentes alcalinizantes. O aumento da disponibilidade de nutrientes pode ser feito por meio da quebra das ligações entre lignina e os carboidratos da parede celular ou ainda, pela hidrólise dos polissacarídeos da parede celular, resultando na liberação de açúcares solúveis.

Neste sentido, é interessante conhecer o efeito da cal virgem, qual proporção de uso e o efeito sobre o valor nutricional da casca da banana.

Nos atuais sistemas de adequação de dietas para ruminantes, são necessárias informações relativas às proporções das frações dos alimentos, bem como de suas taxas de degradação. Isto é relevante no sentido de sincronizar a disponibilidade de energia e nitrogênio no rúmen e maximizar a eficiência microbiana e a

digestão dos alimentos, além de reduzir as perdas decorrentes da fermentação ruminal (Goes *et al.*, 2011). A sincronização entre a fermentação de proteína e de carboidratos, para uma mesma taxa de degradação, promove a máxima síntese microbiana e aumenta a proteína metabolizável (Martins *et al.*, 1999). Contudo, para que esses ingredientes alternativos possam ser usados com maior embasamento técnico e nutricional e garantam verdadeira alternativa econômica às oscilações de preço dos ingredientes usualmente utilizados, faz-se necessário maior conhecimento do potencial de utilização dos nutrientes (Zervoudakis *et al.*, 2006).

Dentre os métodos de avaliação de alimentos para ruminantes, a técnica *in situ* tem se destacado, por ser precisa e apresentar menor custo que as técnicas *in vivo* (Nocek, 1988). A avaliação *in situ* das diferentes frações dos alimentos permite maximizar a síntese de proteína microbiana, reduzir perdas energéticas e nitrogenadas (Carvalho *et al.*, 2009) e formular dietas que atendam às exigências dos microrganismos ruminantes e do hospedeiro, resultando em maior produtividade animal e minimização dos custos da dieta (Lousada Jr *et al.*, 2005; Veloso *et al.* 2006).

Considerando o exposto acima, objetivou-se avaliar a cinética de degradação da matéria seca e fibra em detergente neutro da casca de banana tratada com cal virgem em diferentes níveis de inclusão na matéria natural.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Montes Claros, UNIMONTES, Campus Avançado de Janaúba – MG. As coordenadas geográficas são 15°47'50" latitude Sul e 43°18'31" longitude oeste, a altitude de 516 m.

As amostras da casca de banana madura fresca (5kg) foram acondicionadas em recipientes de polietileno com capacidade de 25 l e então calculada a quantidade da cal virgem a ser adicionada nas concentrações de 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0% da matéria natural (MN). No Quadro 1, consta a composição química da cal virgem mensurada segundo a metodologia descrita por Camargo *et al.* (2009).

Após a aplicação da cal virgem e devida homogeneização, a casca de banana foi pré-seca ao sol durante cinco dias. Após perda de aproximadamente 85% de umidade, as mesmas foram armazenadas para análises.

Posteriormente, parte das amostras, foram moída em peneira de crivo de 5 mm de diâmetro, desti-

Quadro 1 – Composição química da cal virgem micropulverizada

Componentes	Concentração
Soma de Óxidos (%)	55,00
Óxido de Cálcio (%)	38,00
Óxido de Magnésio (%)	17,00
Poder de Neutralização (%)	110,18
PRNT (%)	104,45
Umidade (%)	8,00

PRNT – Poder Relativo de Neutralização Total.

nadas à realização do estudo da cinética da degradação ruminal e o restante, moída em peneira com crivo de 1mm, para análise química, conforme pode ser observada no Quadro 2. O teor de matéria seca definitiva foi determinada após as amostras, pré-seca, serem levadas à estufa a 105 °C, durante 8-h, de acordo com a metodológica descrita por Detman *et al.* (2012), sendo o resíduo incinerado em forno mulfa e avaliado o teor de cinzas. Os teores de proteína bruta (PB) foram analisados de acordo com os procedimentos descritos pela Association of Official Analytical Chemists (1997). O teor de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM) e lignina (LIG), e foram estimados pelo método descrito de Van Soest *et al.* (1991).

O teor de carboidratos totais (CT) foi estimado pela equação: $CT (\%) = 100 - [PB (\%) + EE (\%) + cinzas (\%)]$ e os de carboidratos não fibrosos (CNF) segundo Sniffen *et al.* (1992).

Para o ensaio de degradabilidade foram utilizados três novilhos mestiços, Holandês x Nelore, com 400 kg de peso corporal, castrados, devidamente identi-

ficados e canulados no rúmen, mantidos em sistema intensivo de criação com cochos e bebedouros.

Os animais foram adaptados à dieta durante 14 dias, por meio da qual receberam como volumoso, a cana de açúcar e casca de banana pré-seca e concentrado a base de milho e farelo de soja, que forneceu condições necessárias ao funcionamento normal do rúmen.

As amostras foram acondicionadas em sacos de TNT (Tecido não tecido), conforme recomendação de Casali *et al.* (2008), de tamanho 15 x 7,5 cm, com malhas de 52 micras, na quantidade de 2,0g de MS/saco, a fim de manter uma relação próxima de 20 mg de MS/cm² de área superficial do saco (Nocek, 1988). Os sacos de TNT contendo as amostras foram fechados em máquina seladora e alojados em sacola de filó acoplada um fio de náilon de 80 cm de comprimento presa à tampa da cânula por uma das extremidades, o que permitiu que a sacola de filó com as amostras se alojassem na porção ventral do rúmen. Os períodos de incubação corresponderam aos tempos de zero; 3; 6; 12; 24; 36; 48; 72; 96 e 120 horas, e os sacos de TNT foram incubados na ordem inversa

Quadro 2 – Composição química da casca de banana tratada com cal virgem e seca ao sol (expressa em % na MS)

Variáveis	TEST	Nível de Inclusão (% MN)				CV
		1	2	3	4	
MS	78,75	79,54	79,77	79,89	75,72	0,27
PB ¹	9,13	8,48	8,59	6,33	6,05	7,15
FDNcp ¹	50,15	50,51	52,09	50,19	48,89	8,71
Cinzas ¹	13,38	20,07	27,01	27,34	29,44	3,45
FDA ¹	28,67	29,90	25,38	24,03	20,26	11,03
LIG ¹	10,77	14,21	12,73	12,05	4,41	5,33
CT ¹	72,93	63,29	58,00	60,24	60,97	1,42
CNF ¹	15,66	14,35	9,78	12,49	12,29	7,86

MS - Matéria seca; PB - Proteína Bruta; FDNcp - Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDA - Fibra em detergente ácido; LIG - Lignina; CT - Carboidratos Totais; CNF - Carboidratos não-fibrosos; TEST - Testemunha; ¹ em % da matéria seca; CV - Coeficiente de variação.

dos tempos, para serem retirados todos ao mesmo tempo, ao final do período, e desta forma, promover lavagem uniforme do material por ocasião da retirada do rúmen.

Após o período de incubação total de 120 horas, os sacos de TNT foram lavados manualmente em água gelada e corrente até que esta se apresentasse limpa, para proceder, então, à secagem em estufa de ventilação forçada à 55°C, por 72 horas.

Obtida a matéria seca (MS) das amostras, as mesmas foram utilizadas para a estimação da fibra em detergente neutro (FDN), segundo a metodologia de Van Soest *et al.* (1991).

Os dados de degradabilidade *in situ* da MS e da FDN foram obtidos pela relação da diferença de peso encontrada para cada componente, entre as pesagens efetuadas antes e após a incubação ruminal, e expressos em porcentagem.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos (1, 2, 3 e 4 % de cal virgem) mais a testemunha e três repetições. Os dados obtidos nos tempos de incubação para MS foram ajustados para regressão não-linear pelo método de Gauss-Newton, conforme a equação proposta por Ørskov e McDonald (1979): $Y = a + b(1 - e^{-ct})$, em que: Y = degradação acumulada do componente nutritivo analisado, após o tempo t; a = intercepto de curva de degradação quando t = 0, que corresponde à fração solúvel em água do componente nutritivo analisado; b = potencial da degradação da fração insolúvel em água do componente nutritivo analisado; a+b = degradação potencial do componente nutritivo analisado quando o tempo não é fator limitante; c = taxa de degradação por ação fermentativa de b; t = tempo de incubação.

Depois de calculados, os coeficientes a, b e c foram aplicados à equação proposta por Ørskov e McDonald (1979): $DE = a + (b \cdot c / c + k)$, em que: DE = degradação ruminal efetiva do componente nutritivo analisado; k = taxa de passagem do alimento.

Assumiram-se taxas de passagem de partículas no rúmen estimadas em 2, 5 e 8 % h⁻¹, conforme sugerido pelo AFRC (1993).

A degradabilidade da FDN foi estimada utilizando-se o modelo de Mertens e Loften (1980): $R_t = B \times e^{-ct} + I$, em que R_t = fração degradada no tempo t; B = fração insolúvel potencialmente degradável e I = fração indigestível. Após os ajustes da equação de degradação da FDN, procedeu-se à padronização de frações, conforme proposto por Waldo *et al.* (1972), utilizando-se as equações: $B_p = B / (B + I) \times 100$; $I_p = I / (B + I) \times 100$, em que: B_p = fração potencialmente degradável padronizada (%); I_p = fração indigestível padronizada (%); B = fração insolúvel potencial-

mente degradável e I = fração indigestível. No cálculo da degradabilidade efetiva da FDN, utilizou-se o modelo: $DE = B_p \times c / (c + k)$, em que B_p é a fração potencialmente degradável (%) padronizada.

As médias quando significativas foram submetidas ao teste de Dunnett em relação à testemunha utilizando o procedimento GLM do SAS (SAS, Institute, 2000) há 5 % de probabilidade.

O efeito dos níveis de inclusão da cal virgem, sobre os parâmetros de degradação ruminal da MS e FDN da casca de banana, foram analisados por meio de equações de regressão, entre a variável independente (níveis de inclusão) e as variáveis dependentes, obtidas no experimento (parâmetros de degradação) por meio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011), há 5 % de probabilidade.

Resultados e Discussão

Para os parâmetros de degradabilidade da MS da casca de banana tratada com 4,0% de cal virgem, a fração solúvel "a" apresentou valor de 46,26%, ao passo que para a testemunha, observou-se valor igual a 41,65%. Como relatado em trabalhos de Balieiro *et al.* (2007), maior benefício da cal virgem é reduzir a fração indegradável, contribuindo significativamente para maior recuperação de carboidratos não fibrosos (CNF) (Quadro 3).

Nos níveis de 1%, 2% e 3% foi constatada redução de 9,53%; 12,74% e 13,98% na fração solúvel da casca de banana em relação à testemunha, respectivamente, possivelmente devido a baixa concentração principalmente de óxido de cálcio presente na cal virgem (38%) utilizada neste estudo. Isso justifica a grande variação dos resultados encontrados na literatura quando se utiliza cal virgem (Moraes *et al.* 2008; Mota *et al.* 2010; Macedo *et al.* 2011) com o intuito de melhorar a degradabilidade das frações dos alimentos de baixo valor nutricional. As médias ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão, sendo o nível de cal virgem, que minimizou o teor de fração solúvel, foi de 2,0 %.

Para a fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável "b" da matéria seca da casca de banana tratada com cal virgem, não houve diferença (P>0,05) em dos tratamentos em relação a testemunha, com média de 22,7 %. Para Mota *et al.* (2010), a ação da cal virgem sobre a fração "b", depende de vários fatores, dentre estes, a concentração dos componentes constituintes, dentre esses, o óxido de cálcio é o que promove maior alteração nos componentes da parede celular, favorecendo o incremento da degradabilidade ruminal.

Quadro 3 – Parâmetros de degradação ruminal da matéria seca da casca de banana tratada com cal virgem e seca ao sol

Variáveis	Níveis de Inclusão (%MN)					CV
	TEST	1	2	3	4	
a ¹	43,62	39,46*	38,06*	37,52*	46,42*	2,37
b	23,39	22,36	21,85	22,37	23,36	10,31
c	1,47	2,79	2,91	2,89	2,37	14,66
DP ²	67,01	61,83	59,91	59,90	69,79	1,80
DE (2%) ³	53,33	50,76*	49,69*	49,43*	54,29	1,20
DE (5%) ⁴	48,95	47,44	46,10*	45,69*	53,94	2,55
DE (8%) ⁵	46,31	42,44*	40,98*	40,97*	48,92	2,58
R ²	0,84	0,91	0,97	0,97	0,73	

Médias seguidas de * diferem da testemunha pelo teste de Dunnett (P<0,05).

a-Fração prontamente solúvel em água; b-fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável; c-Taxa de degradação da fração "b" (%/h); DP-Degradabilidade potencial; DE-Degradabilidade efetiva; $\hat{Y}_1 = 46,21 - 13,12^{**}X + 3,24^{**}X^2$ (R² = 0,92); $\hat{Y}_2 = 60,20 + 2,03^{**}X$ (R² = 0,75); $\hat{Y}_3 = 55,87 - 6,37^{**}X + 1,48^{**}X^2$ (R² = 0,93); $\hat{Y}_4 = 52,00 - 8,72^{**}X + 2,05^{**}X^2$ (R² = 0,95); $\hat{Y}_5 = 50,23 - 9,81^{**}X + 2,35^{**}X^2$ (R² = 0,95)

Segundo Mota *et al.* (2010), a variação nos teores de óxido de cálcio está relacionada com a origem e tipo de rocha calcária utilizada no processo de calcinação para formação da cal virgem, o que permite uma variação de resposta em pesquisas dessa natureza. Macedo *et al.* (2011) trabalharam com cal virgem, contendo 53,1 % de óxido de cálcio, em cana-de-açúcar, observaram aumento na fração "b" apenas nos níveis acima de 2 %. Romão *et al.* (2013) ao avaliarem os efeitos da adição de diferentes porcentagens de cal virgem, com 90 % de óxido de cálcio, sobre a degradabilidade *in situ* da matéria seca de cana-de-açúcar, obtiveram variação para a fração insolúvel potencialmente degradável, a partir de 1,5 % de inclusão de cal virgem.

A taxa de degradação constante da fração "b" da matéria seca, não foi influenciada (p>0,05) pela adição de níveis crescente de cal virgem na matéria natural em relação a testemunha, com média de 2,5 % h⁻¹. Esse resultado está abaixo do encontrado por Omer (2009) que avaliou a casca de banana, *in natura*, encontrou taxa de degradação da fração "b" de 5,0 % h⁻¹. As variações observadas podem ser explicadas pelas oscilações edafoclimáticas, genéticas e pela adaptação da microbiota ruminal.

Segundo Omer (2009), a casca de banana apresenta elevada fração "a" (açúcares solúveis) em relação há outros alimentos volumosos, o que promove rápido crescimento microbiano no rúmen. Entretanto, a baixa taxa de degradação ruminal da fração potencialmente degradável "b" pode reduzir a ingestão de MS e a disponibilidade de energia, o que limita o desempenho produtivo dos animais.

A degradabilidade potencial (DP) da MS variou de 68,5 a 70,9 %, após o período de incubação de 120 horas, respectivamente, para a casca de banana

testemunha e a tratada com o nível de 4 % de cal virgem (Quadro 3), valores estes que não diferiram (p>0,05) entre os níveis em relação a testemunha. Comportamento este diferente do encontrado por Macedo *et al.* (2011) que ao incubarem por 144 horas a cana-de-açúcar sem aditivo e com 1, 2 e 3% de cal virgem na MN, obtiveram aumentos da degradabilidade potencial da matéria seca de 63,4 %; 72,7 %; 76,7 % e 80,7 % para os respectivos tratamentos, sendo que o tratamento com 3 % de cal virgem promoveu maior degradabilidade potencial da MS.

Para os níveis de inclusão utilizados de cal virgem, observou-se efeito quadrático (p<0,05) para a DP da MS da casca de banana, sendo o nível de 2,1 % que apresentou menor DP da casca de banana.

A DE foi estimada mediante as taxas de passagem de 2,5 % e 8 % por hora. Observa-se que a DE da MS da casca de banana tratada com cal virgem, independente da taxa de passagem, apresentou menores valores em comparação à casca de banana testemunha, demonstrando a baixa potencialidade da cal virgem utilizada (baixa concentração de CaO) em melhorar a degradação efetiva da MS da casca de banana. Para os níveis utilizados, houve diferença significativa (p<0,05), sendo que as médias ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão. Os níveis de cal virgem que representam os pontos de mínimo das curvas foram de 2,2 %; 2,2 % e 2,1%, para as taxas de passagem de 2,5 % e 8%, respectivamente.

Ribeiro *et al.* (2009) trabalharam com cana-de-açúcar *in natura* aditivado com 2,25 % de cal virgem e observaram incremento na DE de 20,7 %; 20,6 % e 20,2 % para as respectivas taxas de passagem de 2,5 % e 8 %, quando utilizou 2,25% de cal virgem na MN. Possivelmente essas variações de respostas em rela-

ção aos resultados desta pesquisa podem ser explicadas pelas diferenças de substratos, processamento, tamanho de partícula e a quantidade utilizada na hidrólise.

Em relação aos parâmetros da degradação da fração fibrosa, não houve diferença significativa ($p>0,05$) sobre a fração insolúvel padronizada da FDN em relação a testemunha (Quadro 4). Esses resultados evidenciam que a cal virgem, não interferiu nas ligações das hemiceluloses e celuloses, a ponto de alterar positivamente os parâmetros avaliados.

Campos *et al.* (2011) avaliaram cana-de-açúcar tratada com 0,5 %; 1,0 % e 2,0 % de cal virgem na MN e não observaram efeito da cal virgem sobre os parâmetros ruminais da FDN. Para os autores a ausência de resposta da degradabilidade da FDN à cal virgem em amostras pré-secas deve-se provavelmente a um efeito de compensação entre a perda de CNF durante a secagem e o aumento da degradabilidade da fibra devido à hidrólise provocada pelo aditivo.

A taxa de degradação da fração Bp não teve efeito significativo ($p>0,05$) entre os níveis em relação a testemunha com média de 3,1 % por hora (Quadro 9). Carvalho *et al.* (2009) encontraram taxa de degradação do milho, farelo de soja, torta de dendê e farelo de cacau de 6,3; 4,2; 3,9 e 2,6 % por hora, respectivamente. Neste sentido, a taxa de degradação encontrada para a casca de banana testemunha (3,3 % por hora) está próxima aos obtidos para o farelo soja conforme Carvalho *et al.* (2009), permitindo inferir que, a casca de banana apresenta potencial próximos de outros alimentos com valor nutricional já estabelecido.

Segundo Jung (1989), a taxa e a extensão da degradação microbiana da fração insolúvel da fração fibrosa é dependente principalmente do teor de lignina e do seu grau de interação com os outros componentes da parede celular (Quadro 1). No entanto, a degra-

dabilidade da parede celular está mais relacionada às características intrínsecas dos seus componentes do que da proporção entre eles (Van Soest, 1994). Nesta pesquisa, os teores de lignina e da fibra em detergente ácido (Quadro 2) reduziram com incremento dos níveis de cal virgem, entretanto, não o suficiente para aumentar a degradabilidade efetiva (DE) da casca de banana.

Relacionando esses resultados com as teorias sobre a ingestão de alimentos pelos animais, pode-se inferir que, quanto maior a ingestão de FDN, menor será a taxa de passagem do alimento, devido a menor taxa de degradação, limitando o consumo pelo enchimento ruminal. Nesta pesquisa, as médias da FDN (Quadro 2) ficaram abaixo da preconizada por Van Soest (1994) como limitante para o consumo de nutrientes (55 %) permitindo inferir que o teor de FDN da casca de banana não limita o consumo pelo enchimento ruminal. No tocante, a DE da FDN de casca de banana suplementada com cal virgem não diferiu ($p<0,05$) da testemunha com médias de 36,1 %; 21,9 % e 16,5 % para as taxas de passagem de 2,5 % e 8 %. Observa-se que os valores médios da DE da FDN nas taxas de passagens de 2,5 % e 8 % por hora são próximos dos encontrados por Carvalho *et al.* (2009) para o milho, farelo de cacau e torta de dendê, indicando que a casca de banana possui elevado potencial de utilização e substituição ao milho em dietas de animais ruminantes, caso a mesma seja utilizada como volumoso exclusivo.

Conclusão

A inclusão de cal virgem em níveis superiores a 2,09% em casca de banana aumenta a degradabilidade potencial da matéria seca e não altera a degradabilidade *in situ* da fibra em detergente neutro.

Quadro 4 – Parâmetros de degradação ruminal da fração fibrosa das cascas de banana tratadas com cal virgem

Variáveis	Níveis de Inclusão (%MN)					CV
	TEST	1	2	3	4	
Bp	60,56	58,63	59,17	59,71	60,26	1,73
c	3,27	2,73	3,09	3,38	2,93	7,74
DE (2%)	37,58	33,83	35,92	37,17	35,81	2,91
DE (5%)	23,67	20,63	21,19	21,77	22,26	2,73
DE (8%)	17,57	14,91	16,48	17,57	16,15	4,73
Ip	39,44	41,37	40,83	40,29	39,74	6,20
R ²	0,94	0,96	0,95	0,95	0,96	

Bb-fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável; c-Taxa de degradação constante da fração "Bp" por hora (%/h); DE-Degradabilidade efetiva; Ip-fração indegradável e coeficiente de determinação (R²).

Agradecimentos

À UNIMONTES pelo apoio do projecto de pesquisa, ao Banco do Nordeste do Brasil pelo apoio financeiro, à FAPEMIG e ao CNPq pelo apoio financeiro e concessão de bolsas.

Referências Bibliográficas

- AFRC (Agricultural and Food Research Council) - (1993) - *Energy and protein requirements of ruminants*. Wallingford: CAB International, 159 p.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (1997) - *Official methods of analysis*. 16Ed. Gaithersburg: AOAC International. 1298 p.
- Balieiro Neto, G.; Siqueira, G.R.; Reis, R.A.; Nogueira, J.R.; Roth, M.T.P. e Roth, A.P.T.P. (2007) - Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 36, p.1231-1239.
- Bosa, R.; Faturi, C.; Vasconcelos, H.G.R.; Cardoso, A.M.; Ramos, A.F.O. e Azevedo, J.C. (2012) - Consumo e digestibilidade aparente de dietas com diferentes níveis de inclusão de torta de coco para alimentação de ovinos. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, vol. 34, n. 1, p. 57-62.
- Calderón, F.M. e Shimada, A.S. (1980) - Efecto de la adición de NaOH (Hidróxido de Sódio) al ensilaje de cana de azúcar, en el comportamiento de toretes cebú. *Técnica Pecuária en México*, vol. 38, n.1, p. 29-30.
- Camargo, O.A.; Moniz, A.C.; Jorge, J.A. e Valadares, J.M.A.S. (2009) - *Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos*. Instituto Agronômico de Campinas. Instituto Agronômico de Campinas. p. 1-77.
- Campos, M.M.; Borges, A.L.C.C.; Lopes, F.C.F.; Pancoti, C.G.; Reis, R. e Silva, E. (2011) - Degradabilidade *in situ* da cana-de-açúcar tratada ou não com óxido de cálcio, em novilhas leiteiras Holandês x Gir. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, vol. 63, n.6, p.1487-1492.
- Carvalho, G.G.P.; Pires, A.J.V.; Garcia, R.; Veloso, C.M.; Silva, R.R.; Mendes, F.B. L.; Pinheiro, A. A. e Souza, D. R. (2009) - Degradabilidade *in situ* da matéria seca, da proteína bruta e da fração fibrosa de concentrados e subprodutos agroindustriais. *Ciência Animal Brasileira*, vol. 10, n. 3, p. 689-697.
- Casali, A.O.; Detmann, E.; Valadares Filho, S.C.; Pereira, J.C.; Henriques, L.T.; Freitas, S.G. e Paulino, M.F. (2008) - Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.2, p.335-342.
- Detman, E.; Souza, M.A.; Valadares Filho, S.C.; Queiroz, A.C.; Berchielli, T.T.; Saliba, E.O.S.; Cabral, L.S.; Pina, D.S.; Ladeira, M.M. e Azevedo, J.A.G. (2012) - Métodos para análises de alimentos - INCT - Ciência Animal. Editora UFV. 214 p.
- Ferreira, D.F. (2001) - Sisvar: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, vol. 35, n. 6, p. 1039-1042.
- Goes, R.H.T.B.; Souza, K.A.; Nogueira, K.A.G.; Pereira, D.F.; Oliveira, E.R. e Brabes, K.C.S. (2011) - Degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta, e tempo de colonização microbiana de oleaginosas, utilizadas na alimentação de ovinos. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, vol. 33, n. 4, p. 373-378.
- Goes, R.H.T.B.; Tramontini, R.C.M.; Almeida, G.D.; Cardim, S.T.; Ribeiro, J.; Oliveira, L.A.; Morotti, F.; Brabes, K.C.S. e Oliveira, E.R. (2008) - Degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta de diferentes subprodutos agroindustriais utilizados na alimentação de bovinos. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, vol. 9, n. 3, p. 715-725.
- Goes, R.H.T.B.; Tramontini, R.C.M.; Almeida, G.D.; Cardim, S.T.; Ribeiro, J.; Oliveira, L.A.; Morotti, F.; Brabes, K.C.S. e Oliveira, E.R. (2008) - Degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta de diferentes subprodutos agroindustriais utilizados na alimentação de bovinos. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, vol. 9, n. 3, p. 715-725.
- Jackson, M.G. (1977) - The alkali treatments of straws. *Animal Feed and Technology*, vol. 2, n. 2, p. 105-130.
- Jung, H.G. (1989) - Forage lignin and their effects on fiber digestibility. *Agronomy Journal*, v. 81, n. 1, p.33-38.
- Klopfenstein, T. (1978) - Chemical treatment of crop residues. *Journal of Animal Science*, v. 46, n. 3, p. 841-848.
- Lousada Jr, J.E.; Neiva, J.N.M.; Rodriguez, N.M.; Pimentel, J.C.M. e Lôbo, R.N.B. (2005) - Consumo e digestibilidade de subprodutos do processamento de frutas em ovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol.34, n.2, p.659-669.
- Macedo, T.M.; Pires, A.J.V.; Carvalho, G.G.P.; Lopes, W.B.; Soares, C.O. e Chagas, D. M.T. (2011) - Degradabilidade da matéria seca e da fração fibrosa da cana de açúcar tratada com óxido de cálcio. *Revista Brasileira de Saúde Produção Animal*, vol. 12, n. 2, p. 429-440.

- Martins, A.S.; Zeoula, L.M.; Prado, I.N.; Martins, E.N. e Loyola, V.R.I. (1999) - Degradabilidade ruminal "in situ" da matéria seca e proteína bruta das silagens de milho e sorgo e de alguns alimentos concentrados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 28, n. 5, p.1109-1117.
- Mertens, D.R. e Loften, J.R. (1980) - The effects of starch on forage fiber digestion kinetics *in vitro*. *Journal of Dairy Science*, v.63, p.1437-46.
- Moraes, K.A.K.; Valadares Filho, S.C.; Moraes, E.H.B.K.; Leão, M. I.; Valadares, R. F. D.; Pereira, O. G. e Soléro, B. P. (2008) - Cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio fornecida com diferentes níveis de concentrado para novilhas de corte em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 37, n. 7, p. 1293-1300.
- Mota, D.A.; Oliveira, M.D.S.; Domingues, F.N.; Manzi, G.M.; Ferreira, D.S. e Santos, J. (2010) - Hidrólise da cana-de-açúcar com cal virgem ou cal hidratada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 39, n. 6, p. 1186-1190.
- Nocek, J.E. (1988) - *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. *Journal of Dairy Science*, v.71, n.8, p. 2051-2069.
- Omer, S. (2009) - *In situ* dry matter degradation characteristics of banana rejects, leaves, and pseudo stem. *Assiut Veterinary Medicine Journal*, vol. 55, n.1, p. 120-129.
- Orskov, E.R. e McDonald, I. (1979) - The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate passage. *Journal of Agriculture Science*, vol. 92, n. 2, p. 499.
- Ribeiro, L.S.O. Pires, A.J.V.; Carvalho, G.G.P. e Chagas, D.M.T. (2009) - Degradabilidade da matéria seca e da fração fibrosa da cana de açúcar tratada com hidróxido de sódio ou óxido de cálcio. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, vol. 10, n. 3, p. 573-585.
- Romão, C.O.; Carvalho, G.G.P.; Leite, V.M.; Santos, A.S.; Chagas, D.M.T.; Ribeiro, O.L.; Pinto, L.F.B. e Oliveira, R.L. (2013) - Fracionamento de carboidratos e degradabilidade ruminal da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, vol. 65, n. 2, p. 537-546.
- SAS (2000) - SAS Stat Guide, Release 8.2.ed. Cary, NC: SAS Institute. 1028p.
- Sniffen, C.J.; O'connor, J.D. e Van Soest, P.J. (1992) - A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, vol. 70, n. 11, p. 3562-3577.
- Van Soest, P. J. (1994) - *Nutrition Ecology of the ruminant*. 2. ed. Ithaca, NY: Cornell Univ. Press. 476p.
- Van Soest, P.J.; Robertson, J.B. e Lewis, B.A. (1991) - Methods for dietary fiber neutral detergent and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, vol. 74, n. 10, p. 3583-3597.
- Veloso, C.M.; Rodriguez, N.M.; Carvalho, G.G.P.; Pires, A.J.V.; Mourão, G.B.; Gonçalves, L.C. e Sampaio, E.B.M. (2006) - Degradabilidade ruminal da matéria seca e da proteína bruta de folhas e folíolos de forrageiras tropicais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 35, n. 2, p. 613-617.
- Waldo, D.R. e Smith, L.W. (1972) - Model of cellulose disappearance from the rumen. *Journal of Dairy Science*, vol. 55, n. 3, p. 125-129.
- Zervoudakis, J.T.; Cabral, L.S.; Martins-Costa, R.H.A. e Martins, R.M. (2006) - Degradabilidade in situ da matéria seca e proteína bruta de ingredientes alternativos usados na alimentação de ruminantes. In: Reunião Anual Da Zootecnia, 43., 2006, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: SBZ, 2006.