



**Caracterização físico-química da casca de banana tratada com óxido de cálcio**

*Physic-chemical characterization of banana peel treated with calcium oxide*

**Flávio Pinto Monção<sup>1</sup>, Sidnei Tavares dos Reis<sup>1</sup>, João Paulo Sampaio Rigueira<sup>1</sup>, Eleuza Clarete Junqueira de Sales<sup>1</sup>, Luciana Castro Geraseev<sup>2</sup>, Dorismar David Alves<sup>1</sup>, Vicente Ribeiro Rocha Júnior<sup>1</sup>, Euclides Reuter de Oliveira<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Campus Janaúba, Departamento de Ciências Agrárias (DCA), Av. Reinaldo, 2630, Bairro Bico da Pedra, Caixa Postal 91. CEP: 39440-000, Janaúba, MG.

E-mail: moncaomoncao@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Campus Montes Claros, Instituto de Ciências Agrárias (ICA), Montes Claros, MG.

<sup>3</sup> Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), Dourados-MS.

Recebido em: 01/10/2013

Aceito em: 14/03/2014

**Resumo.** Este trabalho foi desenvolvido com objetivo de avaliar o efeito de níveis de cal virgem e calcário sobre a composição química e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca da casca de banana. O experimento foi realizado em um delineamento experimental inteiramente ao acaso em esquema fatorial, sendo quatro níveis mais a testemunha, dois aditivos (cal virgem e calcário) e três repetições. Os níveis de inclusão de cal virgem e calcário foram de 1, 2, 3 e 4% da matéria natural de casca de banana. As amostras foram pré-secas ao sol durante 120 horas e posteriormente analisadas. Observou-se aumento nos teores de matéria seca com o suprimento de cal em relação à testemunha, exceto para o nível de 4% de cal virgem que foi 3,84% inferior à testemunha (78,75%). Para o teor de proteína bruta as médias ajustaram-se ao modelo linear de regressão, sendo observada redução de 0,63% para cada 1% de inclusão de cal virgem e calcário na matéria natural. O teor de fibra em detergente neutro não foi influenciado ( $P>0,05$ ) pela ação da cal virgem e calcário em relação à testemunha com média geral de 50,48%. Não se constatou efeito ( $P>0,05$ ) dos níveis de cal e calcário sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca da casca de banana que apresentou média de 58,50%. Não se recomenda a utilização de cal virgem e calcário, com baixo teor de óxido de cálcio, nos níveis avaliados.

**Palavras chave:** cal virgem, calcário, subprodutos, valor nutricional.

**Abstract.** This study was conducted to evaluate the effect of levels of virgin lime and limestone on the chemical composition and *in vitro* digestibility of dry matter of the banana peel. The experiment was conducted in a completely randomized experimental design in a factorial design, four levels plus the control, two additives (virgin lime and limestone) and three replications. The inclusion levels of virgin lime and limestone were 1, 2, 3 and 4% of the raw natural banana peel. Samples were pre-dried in the sun for 120 hours and then analyzed. There was an increase in dry matter with the supply of lime compared to the control, except for the level of 4% of quicklime, which was 3.84% lower than the control (78.75%). For crude protein, averages adjusted to the linear regression model, observed reduction of 0.63% content for each 1% addition of virgin lime and limestone in natural matter. The content of neutral detergent fiber was not influenced ( $P>0.05$ ) by the action of virgin lime and limestone in thier witness with overall average of 50.47%. There was no effect ( $P>0.05$ ) for virgin lime and limestone on the *in vitro* digestibility of dry matter of the banana peel that had an average of 58.50%. We do not recommend the use of virgin lime and limestone, with a low content of calcium oxide, levels evaluated.

**Keywords:** byproducts, limestone, nutritional value, virgin lime



## Introdução

A produção animal é a base da economia do Norte de Minas, entretanto, a estacionalidade na produção de forragem tem sido responsável, entre outros fatores, pela reduzida produtividade dos rebanhos nessa região. A implantação de técnicas produtivas que permitam a convivência com os efeitos da estiagem prolongada é essencial em regiões com essas condições climáticas (Rufino et al., 2011).

Estudos para a utilização de alimentos regionais alternativos como forma de suplementação ao rebanho são imprescindíveis para se alcançar melhores índices de produtividade e aumento da renda familiar dos produtores desse setor (Cruz et al., 2010).

A utilização de alimentos alternativos, como os subprodutos da indústria do processamento de banana (*Musa spp.*), tem sido utilizado em pequenas propriedades rurais do Norte de Minas, sendo justificado pela escassez de chuvas e pela baixa qualidade do volumoso disponível para os animais durante o período da seca.

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de banana, sendo Minas Gerais o quinto maior produtor dentre os estados. O país tem safra estimada de 7,30 milhões de toneladas por ano (Embrapa, 2013). A região Norte de Minas Gerais é a maior produtora de banana do Estado, com produção estimada de 140 mil toneladas por ano, ou seja, 26% da produção estadual de banana, conforme dados da Superintendência de Política e Economia Agrícola, com base no levantamento da Embrapa (2013).

Considerando-se que a porcentagem da produção de banana industrializada neste país é de 3% (Embrapa, 2013), e que a casca da banana corresponde a 40% do seu peso, tem-se uma geração de subproduto industrial anual de cerca de 87,6 mil toneladas de cascas de banana.

A casca da banana possui potencial de utilização na dieta animal (Emaga et al., 2011) principalmente em períodos com déficit de forragem. Entretanto, o manejo desse subproduto

tem dificultado a utilização por parte dos produtores, devido o alto teor de umidade. Nesse sentido, a utilização de agentes alcalinizantes como a cal virgem, cal hidratada e o calcário na desidratação tem sido utilizado com o objetivo de acelerar a perda de água (Lima et al., 2000).

A desidratação das cascas de banana previne o crescimento e reprodução de microrganismos que causam deterioração e minimiza reações oriundas de umidades elevadas. Aliado a isto, está à redução de peso e volume, que diminuem a embalagem, o volume de armazenagem e custo de transporte do produto. (Lima et al., 2000).

Entretanto, pouco se sabe sobre os efeitos do óxido de cálcio sobre as características nutricionais das cascas de banana, sendo de extrema importância pesquisas nesse sentido visando à formulação balanceadas de dietas para ruminantes. Na cana-de-açúcar, Ribeiro et al., (2009) e Macedo et al., (2011) observaram efeitos benéficos do uso de óxido de cálcio sobre a composição química, degradabilidade e digestibilidade da matéria seca e da fração fibrosa, devido a ruptura das complexas ligações químicas da lignina com a celulose e a hemicelulose, o que permite que sejam mais facilmente degradadas pelas bactérias ruminais (Van Soest, 1994).

Com base no exposto, objetivou-se avaliar o efeito de níveis de cal virgem e calcário sobre a composição química e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca da casca de banana.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Montes Claros, UNIMONTES, Campus Avançado de Janaúba – MG.

O experimento foi realizado em um delineamento experimental inteiramente ao acaso em esquema fatorial, sendo quatro níveis de inclusão mais a testemunha, dois aditivos (cal virgem e calcário) e três repetições. A composição química da cal virgem e calcário dolomítico pode ser observada na Tabela 1.

**Tabela 1.** Composição química da cal virgem e do calcário dolomítico.

Constituintes	Cal Virgem	Calcário
Soma de Óxidos (%)	55,00	71,70
Óxido de Cálcio (%)	38,00	53,14
Óxido de Magnésio (%)	17,00	18,56
Poder de Neutralização (%)	110,18	128,48
Umidade (%)	8,00	8,00



A casca de banana, adquirida em uma indústria de doces, foi lavada com água clorada a 1% antes da retirada da polpa. Posteriormente, as mesmas foram tratadas com 1, 2, 3 e 4% de cal virgem e calcário na matéria natural, homogeneizadas e pré-secas ao sol durante cinco dias.

Foram retiradas subamostras após a pré-secagem, sendo estas moídas em peneira de crivo 1 mm de diâmetro e armazenadas em potes plásticos.

O teor de matéria seca definitiva foi determinado após as amostras pré-secas serem levada à estufa a 105 °C durante 8 h de acordo com a metodológica descrita por Detmann et al., (2012). Os teores de umidade, extrato etéreo (EE) e cinzas foram determinados conforme a mesma metodologia.

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:  $CT (\%) = 100 - [\% \text{ Umidade} + PB (\%) + EE (\%) + \text{cinzas} (\%)]$  e os de carboidratos não fibrosos (CNF) segundo Sniffen et al., (1992). Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados por meio da fórmula  $NDT = 40,2625 + 0,1969PB + 0,4028 \text{ CNF} + 1,903 \text{ EE} - 0,1379 \text{ FDA}$  (Weiss, 1998).

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi determinada de acordo com metodologia descrita por Tilley & Terry (1963) modificada segundo Detmann et al., (2012) por meio do uso da incubadora *in vitro*, da Tecnal® (TE-150), com modificação do material do saquinho utilizado (7,5 x 7,5 cm), confeccionado utilizando-se tecido não-tecido (TNT -100 g/m<sup>2</sup>) conforme Casali et al., (2008).

Os dados foram submetidos à Análise de Variância e, quando o teste de “F” foi significativo, os níveis de inclusão de cal virgem e calcário foram submetidos ao estudo de regressão ( $P < 0,05$ ), excluindo-se a testemunha, por meio do programa SISVAR (Ferreira, 2011).

A seleção do modelo de melhor ajuste teve por base a tendência dos dados, a significância do teste “F” na análise de variância para regressão dos dados e o coeficiente de determinação. Para efeito de

comparação da testemunha, em relação a cada nível de inclusão utilizou-se o teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ) por meio do procedimento GLM do SAS.

## Resultados e Discussão

Os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) podem ser observados na Tabela 2. Verificou-se diferença ( $P < 0,05$ ) entre a casca de banana tratada com aditivos sobre os teores de MS em relação à testemunha com interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre níveis x aditivos. Observou-se aumento nos teores de MS com o suprimento de cal em relação à testemunha, exceto para o nível de 4% de cal virgem que foi inferior 3,84% a testemunha (78,75%). O incremento de cal virgem com alto teor de matéria seca e mineral justifica o aumento no teor de matéria seca. Para o calcário com até 3% de inclusão não se verificou diferença ( $P > 0,05$ ) em relação a testemunha com média de 78,93%.

A redução no teor de MS observado no nível de 4% de cal virgem e calcário justifica-se em função da formação de uma crosta superficial, que impermeabiliza a superfície impedindo a saída de água (Park, 1987). As médias ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão, sendo que, o nível de cal e calcário que maximizou o teor de MS foi de 2,32 e 2%, respectivamente. Fabris et al., (2013) avaliaram duas variedades de cana-de-açúcar ensilada e tratada com cal virgem (0; 0,5 e 1,0%) constataram redução de 14,35% no teor de MS quando adicionou 0,5% de cal virgem na matéria natural da cana (RB 867515). Os autores argumentaram que além do ácido láctico, as leveduras utilizam os açúcares solúveis e produzem o etanol que não tem valor preservativo para a silagem e, como consequência, ocorrem perdas de matéria seca e de energia.

Para os teores de PB, as médias dos níveis diferiram ( $P < 0,05$ ) da testemunha apenas nos níveis de 3 e 4% de cal e calcário, sendo as médias inferiores à média da testemunha (9,13%). Emaga et al. (2011) avaliaram a influência do amadurecimento sobre a composição química das cascas de banana e observaram teores de PB de 8,60% em cascas maduras, valor este que corrobora ao observado neste trabalho (9,13%).

Para o teor de proteína bruta (PB), as médias ajustaram-se ao modelo linear de regressão, sendo observada redução de 0,63% para cada 1% de inclusão de cal virgem e calcário. Ribeiro et al. (2009) avaliaram o valor nutricional de cana-de-

açúcar tratada com 2,25% de cal virgem, e observaram redução de 13,63% no teor de PB em relação à testemunha. Para Woolford (1978) além do óxido de cálcio alterar a integridade estrutural da

célula, afeta a sua pressão osmótica e capacidade de reter água, o que causa ruptura da membrana e vazamento de conteúdo celular, o que leva à maior perda de nutrientes solúveis como a PB.

**Tabela 2.** Composição físico-químico da casca de banana sem e com aditivos em diferentes níveis de inclusão.

Variáveis	Aditivos	Níveis de Inclusão (%MN)					CV
		TEST	1	2	3	4	
MS <sup>2</sup>	Cal	78,75	*79,54	*79,77	*79,89	*75,72	0,27
	Calcário		78,71	79,05	79,23	*78,19	
PB <sup>1,3</sup>	Cal	9,13	8,48	8,59	*6,33	*6,05	7,15
	Calcário		8,22	7,96	*7,63	*7,27	
FDN <sup>1,4</sup>	Cal	51,58	50,51	50,54	50,19	48,89	8,71
	Calcário		51,44	50,98	50,26	49,84	

MS-Matéria seca; PB-Proteína Bruta; FDN – Fibra em detergente Neutro; TEST-Testemunha; CV- Coeficiente de variação. <sup>1</sup> Percentagem da matéria seca (MS). Médias seguidas de \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett (P<0,05). Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de F (P>0,05). <sup>2</sup>  $\hat{Y}_{cal} = 77,41 + 1,58**X - 0,34**X^2$  (R<sup>2</sup> = 0,91); <sup>3</sup>  $\hat{Y}_{calcário} = 76,07 + 4,36**X - 1,09**X^2$  (R<sup>2</sup> = 0,92); <sup>4</sup>  $\hat{Y} = 51,64 - 0,63**X$  (R<sup>2</sup> = 0,88); <sup>5</sup>  $\hat{Y} = 51,64 - 0,5368**X$

Os teores de FDN não foram influenciados (P>0,05) pela ação dos agentes alcalinizantes em relação à testemunha com média geral de 50,47%. Possivelmente este fato deve-se à origem da rocha, e aos teores principalmente de óxido de cálcio e óxido de magnésio (Tabela 1) da cal virgem e calcário utilizado no presente trabalho, o que influenciou no poder hidrolisante do óxido de cálcio conforme descrito por Oliveira et al. (2008). Normalmente, quando se trabalha com maiores teores de óxido de cálcio espera-se que promova a solubilização parcial da hemicelulose e ruptura da celulose (Jackson, 1977), o que facilita a atuação de microrganismos no rúmen dos animais reduzindo os teores de FDN conforme observado por Macedo et al. (2011) que avaliaram cana-de-açúcar tratada com cal virgem.

Em relação aos níveis de inclusão, observou-se redução (P<0,05) linear nos teores de FDN com o incremento dos níveis, sendo que, para cada 1% de inclusão de cal virgem ou calcário na MN, verificou-se redução de 0,53% nos teores de FDN. Macedo et al. (2011) encontraram redução de 3,82% no teor de FDN da cana-de-açúcar para cada unidade percentual de cal virgem utilizado. A maior redução da FDN encontrada pelos autores em relação ao presente trabalho, possivelmente esteja relacionada com o maior teor de óxido de cálcio presente na cal virgem que foi de 87,30%.

Entretanto, a média de FDN observada (51,58%) foi superior à média observada por Emaga et al. (2011) que constataram teores de 21,5%, sendo que, essas variações de resultados podem ser explicadas provavelmente pelas condições edafoclimáticas, genéticas e onde a planta foi cultivada.

Segundo Van Soest et al. (1991) o teor de FDN é normalmente utilizado para cálculo do consumo de forragens, e o teor de fibra em detergente ácido (FDA) tem sido utilizado para cálculo da digestibilidade dos alimentos volumosos, daí a importância do conhecimento dos valores químicos. Neste trabalho, os valores de FDA encontrados na casca de banana foram influenciados (P<0,05) pela ação dos agentes alcalinizantes (Tabela 3) sendo as menores médias para o nível de 4% de inclusão de calcário (10,18%). O arranjo estrutural da parede celular da casca de banana juntamente com o processo de desidratação do material pode ter favorecido maior solubilização dos componentes da parede celular. Isso facilita o ataque dos microrganismos do rúmen à parede celular (Van Soest, 1994), com consequente aumento na digestibilidade.

Observou-se diferença significativa (P<0,05) entre os aditivos apenas no nível de 4%, sendo a menor média para o calcário que foi de 10,18%. Verificou-se interação significativa (P<0,05) entre

níveis x aditivos. As médias ajustaram-se ao modelo linear de regressão, sendo que para cada 1% de cal virgem e calcário adicionado, observou-se redução de 2,72 e 1,40% sobre os teores de FDA.

Balieiro Neto et al. (2007), avaliaram o efeito do óxido de cálcio (0,5, 1 e 2%) na ensilagem de cana-de-açúcar no momento da abertura e após três, seis e nove dias, observaram FDN e FDA da silagem controle superiores aos das silagens com aditivos em todos os momentos, e deduziram que a hidrólise alcalina sobre a fibra ocorre de forma rápida.

Rabelo et al. (2010) avaliaram a composição físico-químico e digestibilidade *in vitro* da matéria seca de cana-de-açúcar hidrolisada com cal virgem contendo 87,3% de óxido de cálcio e 0,4% de óxido de magnésio e não observaram ação da cal virgem sobre os teores de FDA da cana-de-açúcar. Os autores relataram que a origem da rocha calcária e os processos de calcinação influenciam as respostas de solubilização dos componentes da parede celular pela ação da cal virgem.

**Tabela 3.** Composição físico-químico da casca de banana sem e com aditivo em diferentes níveis de inclusão.

Variáveis	Aditivos	Níveis de Inclusão (%MN)					CV
		TEST	1	2	3	4	
FDA <sup>1,2</sup>	Cal	28,67	28,90 A	25,38 A	24,03 A	*20,26 B	11,03
	Calcário		29,53 A	*20,92 A	*20,21 A	*10,18 A	
Lig <sup>1,3</sup>	Cal	10,77	*14,21 A	*12,73 A	12,04 A	*4,41 A	6,85
	Calcário		*13,33 A	10,59 A	11,03 A	*8,50 A	
Hem <sup>1,4</sup>	Cal	22,91	20,45 A	25,16 A	26,62 B	25,81 B	10,57
	Calcário		20,96 A	25,32 A	*31,18 A	*38,60 A	

FDA-Fibra em detergente ácido; Lig-Lignina; Hem-Hemicelulose; TEST-Testemunha; CV-Coeficiente de variação. <sup>1</sup> Percentagem da matéria seca (MS). Médias seguidas de \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett (P<0,05). Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de F (P>0,05). <sup>2</sup>  $\hat{Y}_{cal} = 31,46 - 2,72**X$  (R<sup>2</sup> = 0,97); <sup>2</sup>  $\hat{Y}_{calcário} = 14,37 - 1,40**X$  (R<sup>2</sup> = 0,83); <sup>3</sup>  $\hat{Y}_{cal} = 18,37 - 3,00**X$  (R<sup>2</sup> = 0,78); <sup>3</sup>  $\hat{Y}_{calcário} = 23,59 - 1,04*X$  (R<sup>2</sup> = 0,71); <sup>4</sup>  $\hat{Y}_{cal} = 13,22 + 8,65**X - 1,38**X^2$  (R<sup>2</sup> = 0,99); <sup>4</sup>  $\hat{Y}_{calcário} = 14,32 + 5,87**X$  (R<sup>2</sup> = 0,98)

Para os teores de lignina, observou-se diferença (P<0,05) apenas nos níveis de 1, 2 e 4% de cal virgem e 1 e 4% de calcário em relação à testemunha e interação significativa (P<0,05) entre níveis x aditivos. Os melhores efeitos dos aditivos foram observados quando se utilizou 4% de inclusão na matéria natural.

Emaga et al. (2011) avaliaram casca de banana em diferentes estágios de maturação e encontraram teores de lignina de 15% em cascas de banana maduras, teor este acima do observado neste trabalho que foi de 10,77%. Essa diferença pode estar relacionada com as variações edafoclimáticas e genéticas possibilitando oscilações nos teores de nutrientes da planta.

Ao se desdobrar a variável lignina dentro de cada dose de cal virgem e calcário, verificou-se redução (P<0,05) de 3,00 e 1,04 pontos percentuais no teor de lignina para cada unidade incrementada, respectivamente. Entretanto, de acordo com Klopfenstein (1980) o teor de lignina normalmente

não é alterado pelo tratamento químico, mas a ação deste leva ao aumento da taxa de digestão da fibra. Macedo et al. (2011) avaliaram a composição química da cana-de-açúcar tratada com cal virgem e não observaram efeito do óxido de cálcio sobre o teor de lignina. A redução do teor de lignina observado neste trabalho, pode estar relacionada a hidrólise da parede celular pela ação do óxido de cálcio resultando em menores valores de lignina. Entretanto, segundo Rabelo et al. (2010) os maiores benefícios do tratamento ocorrem com a solubilização da hemicelulose, e não com redução da lignina, e ocasionam aumento na digestão da fibra, em decorrência de quebra nas ligações entre lignina e hemicelulose, ou da celulose sem remoção da lignina.

Nesta pesquisa, verificou-se alteração (P<0,05) da hemicelulose apenas no nível de 3 e 4% de inclusão de calcário, sendo a média 23,70 e 38,36% superior à média da testemunha (23,79%). Para a cal virgem, não verificou-se diferença

( $P > 0,05$ ) em relação à testemunha com média de 24,38%. Lopes et al. (2009) avaliaram capim elefante (*Penisetum purpurium* Schum. cv. Napier), em idade de maturação avançada (110 dias de rebrota após corte de uniformização) tratada com 3% de óxido de cálcio e também não observaram efeito da cal virgem na solubilização da hemicelulose obtendo média de 21,85%. Os resultados expressos da hemicelulose foram de pouca consistência para a cal virgem, e podem estar relacionados à estimativa desta, já que é obtida a partir da diferença do FDN e FDA (Van Soest, 1994). Outro fator a ser considerado é a baixa ação alcalizante da cal virgem utilizada, devido o baixo teor de óxido de cálcio (Tabela 1).

A hemicelulose pode ser superestimada pela recuperação de proteína da parede celular (Pereira Filho et al., 2003). Desta forma, as maiores médias no nível de 4% de calcário podem estar relacionadas à recuperação das proteínas aderidas aos componentes da parede celular e complexada com a lignina.

Neste trabalho, as médias adequaram-se ao modelo quadrático e linear de regressão para a cal virgem e calcário, respectivamente. O nível de 3,13% de cal virgem maximizou o teor de hemicelulose e para o calcário, verificou-se incremento de 5,87% para cada unidade (%) adicionada.

Os carboidratos totais (CT) foram influenciados negativamente ( $P < 0,05$ ) pela ação da cal virgem e calcário em relação à testemunha. Foi observada interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre os níveis x aditivos. As médias dos níveis foram inferiores a média (72,93%) da testemunha. À medida que aumentou 1% de inclusão de calcário, constatou-se redução de 3,69% nos teores de CT. Isso ocorreu possivelmente pelo aumento nos teores da MM (o óxido de cálcio que é composto basicamente de MM). Macedo et al., (2011) observaram reduções de 3,54 unidades da fração de CT para cada unidade de óxido de cálcio incrementada na MN. Para a cal virgem, as médias ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão, sendo o nível que minimizou o teor de CT foi de 2,66%.

Assim como observado para o teor de CT, observou-se redução ( $P < 0,05$ ) nos teores de carboidratos não fibrosos (CNF) em relação à testemunha quando se trabalhou com níveis acima de 2% (Tabela 4). Constatou-se interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre os níveis x aditivos. As médias apresentaram comportamento linear e quadrático de regressão sendo que para cada unidade percentual de cal virgem aumentada, observou-se redução de 0,72% e para o calcário, o nível que minimizou o teor de CNF foi de 3,64%.

**Tabela 4.** Composição físico-químico das cascas de banana sem e com aditivo em diferentes níveis de inclusão.

Variáveis	Aditivos	Níveis de Inclusão (%MN)					CV
		TEST	1	2	3	4	
CT <sup>1,2</sup>	Cal	72,93	* 63,28 B	* 58,00 B	* 60,24 A	* 60,96 A	1,42
	Calcário		* 67,57 A	* 60,90 A	* 57,32 B	* 56,43 B	
CNF <sup>1,3</sup>	Cal	21,35	14,34 A	* 13,51 A	* 12,48 A	* 12,28 A	7,86
	Calcário		15,47 A	* 11,84 A	* 8,87 B	* 9,13 B	
NDT <sup>1,4</sup>	Cal	55,25	*59,25 A	53,72 B	54,79 A	*50,33 B	1,41
	Calcário		53,14 B	*56,37 A	55,98 A	54,78 A	
DIVMS <sup>1</sup>	Cal	58,18	59,23	60,94	61,12	57,10	3,04
	Calcário		55,07	58,18	61,39	55,32	

CT - Carboidratos Totais; CNF - Carboidratos Não Fibrosos; NDT – Nutrientes Digestíveis Totais; DIVMS – Digestibilidade *in vitro* da Matéria Seca; TEST-Testemunha; CV-Coeficiente de variação. <sup>1</sup> Percentagem da matéria seca (MS). Médias seguidas de \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ). Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de F ( $P > 0,05$ ). <sup>2</sup> $\hat{Y}_{cal} = 69,31 - 7,98**X + 1,50**X^2$  ( $R^2 = 0,71$ ); <sup>3</sup> $\hat{Y}_{calcário} = 69,80 - 3,69X$  ( $R^2 = 0,89$ ); <sup>4</sup> $\hat{Y}_{cal} = 14,95 - 0,72**X$  ( $R^2 = 0,94$ ); <sup>5</sup> $\hat{Y}_{calcário} = 21,70 - 7,07**X + 0,97*X^2$  ( $R^2 = 0,98$ ); <sup>6</sup> $\hat{Y}_{cal} = 60,94 - 2,56**X$  ( $R^2 = 0,81$ ); <sup>7</sup> $\hat{Y}_{calcário} = 48,40 + 5,99**X - 1,10**X^2$  ( $R^2 = 0,93$ )



Macedo et al. (2011) não observaram a ação alcalinizante do óxido de cálcio sobre os teores de CNF em cana-de-açúcar. As reduções dos CNF observado neste trabalho pode possivelmente esteja relacionado com a exposição do conteúdo celular promovendo à solubilização dos carboidratos solúveis, além dos fatores inerentes a respiração e presença de microrganismos como leveduras e bactérias que utilizam esses carboidratos como fonte de energia.

Em relação aos teores de nutrientes digestíveis totais (NDT), observou-se diferença ( $P < 0,05$ ) entre os níveis e a testemunha, sendo as médias nos níveis de 1 e 4% de cal virgem e 2, 3 e 4% de calcário superiores. Verificou-se interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre níveis x aditivos, sendo que as médias da casca de banana tratada com cal virgem reduziram de forma linear. Para cada 1% de cal virgem adicionada a MN, constatou-se redução de 2,56% nos teores de NDT. Para o calcário, as médias ajustaram-se ao modelo quadrático de regressão, sendo o nível de calcário que maximizou o teor de NDT foi de 2,72%. Rabelo et al., (2010) avaliaram a composição química de cana-de-açúcar tratada com 0,5; 1,0 e 2,0% de cal virgem e não observaram ( $P > 0,05$ ) efeito do óxido de cálcio sobre os teores de NDT. Oliveira et al. (2008) ao avaliarem a inclusão de cal hidratada sobre a composição químico-bromatológica da cana-de-açúcar, não notaram efeito do aditivo sobre o teor de NDT.

Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) dos níveis de cal e calcário administrados, sobre as médias da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da casca de banana que apresentou média de 58,50%. A não alteração da DIVMS pode estar relacionada à concentração de óxido de cálcio total presente na cal e no calcário (38,0 e 53,14%, respectivamente), o que corrobora com Oliveira et al. (2008), ao relatarem que o aumento da DIVMS parece estar diretamente associado ao teor de óxido de cálcio presente na cal, e o nível de cal e calcário utilizados na hidrólise. Segundo Murta et al. (2011) o objetivo de se utilizar óxido de cálcio na hidrólise de volumosos, é diminuir os teores de fibra e aumentar os coeficientes de digestibilidade, porém não foi observado tal efeito neste trabalho.

Emaga et al. (2011) avaliaram a digestibilidade *in vitro* da casca de banana e observaram valor de 86%. Esse resultado é superior

à média deste trabalho possivelmente devido ao tempo de incubação que foi de 72 horas.

Desta forma, a composição química da cal virgem e calcário é de extrema importância para que se obtenha resultados positivos na hidrólise. Esta mesma composição também deve ser observada com parcimônia ao comparar resultados de experimentos distintos, sendo que, teores reduzidos de óxido de cálcio podem causar resultados negativos ou não alterar a composição quando os mesmos forem utilizados como agentes alcalinizantes.

### Conclusão

A utilização de cal virgem e calcário, nos níveis avaliados, afetou negativamente as características da composição química e a digestibilidade da matéria seca da casca de banana.

A casca de banana pode ser uma alternativa viável para alimentação de ruminantes, uma vez considerados os parâmetros observados nesta pesquisa.

### Agradecimentos

À UNIMONTES pelo apoio em projeto de pesquisa, ao BANCO DO NORDESTE DO BRASIL pelo apoio financeiro, à FAPEMIG e ao CNPq pelo apoio financeiro e concessão de bolsas.

### Referências

AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). **Official methods of analysis**. 16.ed. Gaithersburg: AOAC International, 1997. 1298p.

BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; NOGUEIRA, J.R.; ROTH, M.T.P.; ROTH, A.P.T.P. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1231-1239, 2007.

CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, J.C.; HENRIQUES, L.T.; FREITAS, S.G.; PAULINO, M.F. 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, 2008.

CRUZ, B. C. C.; SANTOS-CRUZ, C. L.; PIRES, A. J. V.; ROCHA, J. B.; SANTOS, S.; BASTOS, M.P.



- V. Composição bromatológica da silagem de capim-elefante com diferentes proporções de casca desidratada de maracujá (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa*). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.3, p.434-440, 2010.
- DETMANN, 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.; AZEVEDO, J.A.G. **Métodos para análises de alimentos - INCT - Ciência Animal**. Editora UFV. 2012. 214 p.
- EMAGA, T. H.; BINDELLE, J.; AGNEESESENS, R.; BULDGEN, A.; WATHELET, B. M. Ripening influences banana and plantain peels composition and energy content. **Tropical Animal Health Production**, v.43, n.1, p.171-177, 2011.
- EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. <  
<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia40/AG01/Abertura.html> e  
<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/BananaRondonia/importancia.htm>>  
19 Jul. 2013.
- FABRIS, L.B.; GOMES, H.R.; DOMINGUES, F.N.; FOLONI, J.S.S.; ZANET, C.; SANTOS, D.H. Composição bromatológica da silagem de dois cultivares de cana-de-açúcar tratadas com doses crescentes de cal virgem. **Revista Agrarian**, v.6, n.21, p.333-339, 2013.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- JACKSON, M.G. Review article: the alkali treatment of straws. **Animal Feed Science and Technology**, v.2, n.2, p.105-130, 1977.
- KLOPFENSTEIN, T. **Increasing the nutritive value of crop residues by chemical treatments**. In: HUBER, J.T. Upgrading residues and products for animals. Ed. CRC Press, 1980, p.40-60.
- LIMA, A.G.B.; NEBRA, S.A.; QUEIROZ, M.R. Aspectos científico e tecnológico da banana. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.2, n.1, p.87-101, 2000.
- LOPES, W.B.; PIRES, A.J.V.; SALES, R.M.P.; CARVALHO, G.G.P.; BONOMO, P.; RAPOSO, C.M.R. Capim-elefante tratado com compostos alcalinos. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.10, n.3, p 714-722, 2009.
- MACEDO, T. M.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; LOPES, W.B., SOARES, C. O.; CHAGAS, D.M.T. Degradabilidade da matéria seca e da fração fibrosa da cana de açúcar tratada com óxido de cálcio. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.12, n.2, p.429-440, 2011.
- MURTA, R. M.; CHAVES, M. A.; PIRES, A. J.V.; VELOSO, C.M.; SILVA, F.F.; AIRES LIMA ROCHA NETO, A.L.; EUSTÁQUIO FILHO, A.; SANTOS, P.E.F. Desempenho e digestibilidade aparente dos nutrientes em ovinos alimentados com dietas contendo bagaço de cana-de-açúcar tratado com óxido de cálcio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.6, p.1325-1332, 2011.
- OLIVEIRA, M.D.S.; SANTOS, J.; DOMINGUES, F.N.; LOPES, A.D.; SILVA, T.M.; MOTA, D.A. Avaliação da cal hidratada como agente hidrolisante de cana-de-açúcar. **Veterinária Notícias**, v.14, n.1, p. 9-17, 2008.
- PARK, K. J. **Estudo comparativo de coeficiente de difusão sem e com encolhimento durante a secagem**. Campinas: Departamento de Engenharia de Alimentos. 1987. 58p. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, 1987.
- PEREIRA FILHO, J.M.; VIEIRA, E.L.; SILVA, A.M.A.; CEZAR, M.F.; AMORIM, F.U. Efeito do tratamento com hidróxido de sódio sobre a fração fibrosa, digestibilidade e tanino do feno de juremapreta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.70-76, 2003.
- RABELO, C. H. S.; REZENDE, A.V.; RABELO, F.H.S.; NOGUEIRA, D.A.; VIEIRA, P.F. Composição químico-bromatológica de cana-de-açúcar hidrolisada com cal virgem. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 4, p. 135-143, 2010.
- RIBEIRO, L.S.O.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; CHAGAS, D.M.T. 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**,  
v.10, n.3, p.573-585, 2009.

RUFINO, L.M.A.; BARRETO, S.M.P.; DUARTE,  
E.R.; GERASEEV, L.C.; SANTOS, A.C.R.;  
JARUCHE, Y.G. Efeitos da inclusão de torta de  
macaúba sobre a população de protozoários ruminais  
de caprinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40,  
n.4, p.899-903, 2011.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST,  
P.J. A net carbohydrate and protein system for  
evaluation cattle diets. II. Carbohydrate and protein  
availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11,  
p.3562-3577, 1992.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage  
technique for the *in vitro* digestion of forage crops.  
**Journal of the British Grassland Society**, v. 18, n.  
2, p. 104-111, 1963.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the  
ruminant**. 2. ed. Cornell University Press. Constock  
Publish, 1994. 476 p.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS,  
B.A. Methods for dietary fiber neutral detergent and  
nonstarch polysaccharides in relation to animal  
nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10,  
p.3583-3597, 1991.

WEISS, W.P. Estimating the available energy  
content of feeds for dairy cattle. **Journal of Dairy  
Science**, v.81, p.830-839, 1998.

WOOLFORD, M.K. The problem of silage effluent.  
**Herbage abstracts**, v.48, n.1, p.397-403, 1978.