



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS**

**VALOR NUTRICIONAL DO COPRODUTO  
DA BANANA PARA ALIMENTAÇÃO DE  
RUMINANTES**

**FLÁVIO PINTO MONÇÃO**

**2013**

**FLÁVIO PINTO MONÇÃO**

**VALOR NUTRICIONAL DO COPRODUTO DA BANANA PARA  
ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração Produção Animal, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

**Orientador:**  
**Prof. Dr. Sidnei Tavares dos Reis**

**UNIMONTES-MG  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2013**

M737v Monção, Flávio Pinto.  
Valor nutricional do coproduto da banana para alimentação  
de ruminantes [manuscrito] / Flávio Pinto Monção. – 2013.  
92 p.

Dissertação (mestrado)-Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros-Janaúba,  
2013.

Orientador: Profº. DSc. Sidnei Tavares dos Reis.

1. Alimentação de ruminantes. 2. Banana. 3. Valor nutricional. I. Reis, Sidnei  
Tavares dos. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 636.085

FLÁVIO PINTO MONÇÃO

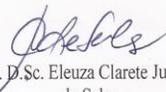
VALOR NUTRICIONAL DO COPRODUTO DA BANANA PARA  
ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

APROVADA em 03 de SETEMBRO de 2013.



Prof. D.Sc. Sidnei Tavares dos Reis  
UNIMONTES  
(Orientador)



Prof. D.Sc. Eleuza Clarete Junqueira  
de Sales  
UNIMONTES



Prof. D.Sc. João Paulo Sampaio  
Rigueira  
UNIMONTES



D.Sc. Luciana Castro Geraseev  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS

JANAÚBA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2013

**FLÁVIO PINTO MONÇÃO**

**VALOR NUTRICIONAL DO COPRODUTO DA BANANA PARA  
ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração Produção Animal, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Aprovado em 3 de setembro de 2013.

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Eleuza Clarete Junqueira de Sales - UNIMONTES

Prof. Dr. João Paulo Sampaio Rigueira - UNIMONTES

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. – Luciana Castro Geraseev - UFMG

**Prof. Dr. Sidnei Tavares dos Reis**  
**UNIMONTES**  
**(Orientador)**

**UNIMONTES**  
**MINAS GERAIS – BRASIL**

## *OFEREÇO*

*A minha querida e amada esposa, Laura Maria  
Desidério Monção, pelo auxílio, paciência, incentivo,  
carinho, companheirismo e confiança em minha jornada.*

## **AGRADECIMENTOS**

A DEUS, por ter me guiado sempre e me dado forças e pelas bênçãos recebidas durante toda minha vida.

À Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), pela oportunidade de formação e qualificação profissional, e a todos os professores e funcionários, pelos ensinamentos e atenção constante.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), por financiar o projeto e pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Professor Dr. Sidnei Tavares dos Reis, pelo acompanhamento, apoio e incentivo durante todo o período do curso e por mais esta conquista.

À Professora Dr<sup>a</sup>. Eleuza Clarete Junqueira de Sales, pela orientação, amizade, conselhos e toda dedicação durante o período de pós-graduação.

Ao professor Dr. João Paulo Sampaio Rigueira, pela valiosa colaboração, orientação, execução e conclusão deste trabalho.

Aos Professores do curso de Mestrado em Zootecnia, pela dedicação e ensinamentos transmitidos em sala de aula.

À professora Dr<sup>a</sup> Luciana Castro Geraseev, pela colaboração na avaliação deste trabalho e por ter aceitado o convite em participar da banca.

Ao professor Dr. Euclides Reuter de Oliveira, pela valiosa colaboração, incentivo constante na minha jornada de graduação e mestrado e pela conclusão deste trabalho.

Aos meus familiares que não mediram esforços para que eu obtivesse mais essa conquista, muito obrigado pelo carinho, compreensão, amor e dedicação.

Aos colegas de turma, pela união, momentos de descontração e companheirismo, especialmente para João Ricardo Avelar Leite, pela amizade constante.

Aos colegas: Ana Cássia (Anasoest), Daniela Tolentino, Luciana, Lucas Teixeira, Fernandão Etiene, Cláudio (presidente), Franklim (bodim azuzim), Sandra, Jaime, Daniel Menezes, Sóstenes (sostim, béeeee), Suzana Maruch (Chiquinha), Paula Ramires, Vanice, Baiano, Adélio, Weudes, Jéssica Gusmão, João (Já morreu), Renata Dias, Anselmo, Isabelle, Annamaria, Leonardo (Léo boquinha), Robson, Hellen, Rúbia e Marcell, pela grande ajuda para realização deste trabalho.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para o desenvolvimento desta dissertação.

Palavras me faltam para agradecer a todos que merecem serem citados. Busco palavras belas, mas a simples beleza não reflete a minha gratidão pelo apoio recebido em todos esses anos dedicando-me a meu curso.

O meu muito obrigado!

*“O conhecimento nunca está terminado. É uma teia que vamos tecendo a partir da superação dos limites: eu respeito o limite do outro e estabeleço com ele o pacto do cuidado, ao mesmo tempo em que ambos avançamos. Não posso negar o que o outro é e nem encarar o não saber como limite. Toda estranheza cai por terra se dividimos nossas necessidades”.*

***Pe. Fábio de Melo***

## **BIBLIOGRAFIA**

FLÁVIO PINTO MONÇÃO, filho de Nelito Souza Monção e Marlene Pinto Monção, nasceu em Espinosa, Minas Gerais, em 24 de julho de 1987.

Em dezembro de 2005 concluiu ensino médio no Colégio INDYU em Montes Claros, Minas Gerais.

Em julho de 2011 graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados, Mato Grosso do Sul.

Em março de 2012 ingressou no programa de Pós-graduação em Zootecnia da UNIMONTES, na área de Nutrição e Produção de Ruminantes e, em 3 de setembro de 2013, defendeu sua dissertação.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I</b> .....	1
RESUMO GERAL.....	2
GENERAL ABSTRACT.....	3
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	4
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	6
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	10
<b>CAPÍTULO II - Composição químico-bromatológica da casca de banana tratada com fontes de óxido de cálcio</b> .....	17
RESUMO.....	18
ABSTRACT.....	19
1. INTRODUÇÃO.....	20
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4. CONCLUSÃO.....	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
<b>CAPÍTULO III. Degradação ruminal de casca da banana tratada com diferentes aditivos alcalinizantes</b> .....	54
RESUMO.....	55
ABSTRACT.....	56
1. INTRODUÇÃO.....	57
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	60
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	66
4. CONCLUSÃO.....	85
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86

## **CAPÍTULO I**

## RESUMO GERAL

MONÇÃO, Flávio Pinto. **Valor nutricional do coproduto da banana para alimentação de ruminantes.** 2013. 92 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG. <sup>1</sup>

Objetivou-se avaliar o efeito de níveis de cal virgem e calcário sobre o valor nutricional da casca de banana. Utilizou-se delineamento experimental inteiramente ao acaso em um esquema fatorial 4 x 2, com quatro níveis de inclusão (1, 2, 3 e 4 %) mais a testemunha, dois aditivos (cal virgem e calcário) com três repetições. A casca de banana foi tratada com os aditivos, homogeneizadas e pré-seca ao sol durante 120 horas. Os teores de matéria seca e de cinzas aumentaram de forma quadrática e linear respectivamente com a adição de cal virgem ou calcário, enquanto os teores de lignina e celulose reduziram. O teor de fibra em detergente neutro não foi afetado pela adição de cal virgem ou de calcário na casca de banana. Menores reduções da fibra em detergente ácido e proteína bruta foram constatadas, quando adicionados maiores níveis de cal virgem ou de calcário. Os níveis de inclusão promoveram acréscimo na hemicelulose e decréscimo nos carboidratos totais e não fibrosos. A degradabilidade potencial (DP) da matéria seca não apresentou diferença ( $P>0,05$ ) dos níveis em relação à testemunha com média de 65,48 %. A taxa de degradação da fração insolúvel da matéria seca e da fração fibrosa não diferiu ( $P>0,05$ ) entre os níveis e a testemunha. Em relação à degradabilidade efetiva (DE) da fibra em detergente neutro, houve incremento de 0,62 e 3,47 % para cada unidade percentual de cal virgem ou de calcário aumentada, respectivamente. Em relação à composição química e aos parâmetros da degradação ruminal da matéria seca e da fibra em detergente neutro, recomenda-se a utilização da cal virgem ou calcário no nível de 3 e 4 % de inclusão na matéria natural, respectivamente.

---

<sup>1</sup> **Comitê de Orientação:** Prof. Dr. Sidnei Tavares dos Reis – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Orientador); Prof<sup>a</sup> Eleuza Clarete Junqueira de Sales – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Corientador).

## GENERAL ABSTRACT

MONÇÃO, Flávio Pinto. Nutritional value of by-product of banana for ruminants' food. 2013. 92 p. Dissertation (Master's degree in Animal Science) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba – MG, Brazil.

This study aimed to evaluate the effect of levels of virgin lime and limestone on the nutritional value of a banana peel. Experimental design used was completely randomized in a 4 x 2 factorial design with four levels of inclusion (1, 2, 3 and 4 %) plus the control, two additives (virgin lime and limestone) with three replications. The banana peel was treated with additives, homogenized and pre-dry under the sun for 120 hours. The dry matter and ash content increased in a quadratic and linear way respectively with the addition of virgin lime or limestone, while the lignin and cellulose reduced. The content of neutral detergent fiber was not affected by the addition of lime or limestone in the banana peel. Minor reductions in acid detergent fiber and crude protein were observed when higher levels of lime or limestone were added. The inclusion levels increased hemicellulose and decreased total and non-fibrous carbohydrates. The potential degradability (PD) of dry matter did not differ ( $P>0.05$ ) in levels compared to the control with mean of 65.48 %. The rate of degradation of the insoluble fraction of dry matter and fiber fraction did not differ ( $P> 0.05$ ) between levels and the control. In relation to effective degradability (ED) of neutral detergent fiber, there was an increase of 0.62 % and 3.47 for each percentage unit of virgin lime or limestone increased, respectively. Regarding the chemical composition and the parameters of ruminal dry matter and neutral detergent fiber, it is recommended the use of virgin lime or limestone at level 3 and 4 % of inclusion in natural matter, respectively.

---

<sup>1</sup> **Guidance Committee:** Prof. Dr. Sidnei Tavares dos Reis – Department of Agricultural Sciences/UNIMONTES (Advisor); Prof. Dr. Eleuza Clarete Junqueira de Sales – Department of Agricultural Sciences /UNIMONTES (Co-advisor).

## INTRODUÇÃO GERAL

Desde tempos remotos, a utilização de pastagens cultivadas e/ou nativas constitui a base da alimentação animal no Brasil. Entretanto, a disponibilidade de forragem oscila consideravelmente ao longo do ano em função da sazonalidade, promovendo alterações na produção principalmente de leite e carne.

A utilização de milho, sorgo, soja, caroço de algodão como fonte de nutrientes na dieta animal tem sido uma forma de minimizar as perdas na produção animal. No entanto, os gastos com esses alimentos representam um dos principais componentes que oneram o custo de produção, podendo oscilar entre 30 e 80 %, dependendo da atividade, tipo de exploração, região e época do ano.

A busca por alimentos alternativos e de baixo valor comercial, como os coprodutos agrícolas, representa uma forma de minimizar os gastos com alimentação e reduzir os efeitos dos mesmos quando descartados de maneira incorreta no meio ambiente. Dentre os vários fatores a serem considerados na escolha de um material a ser utilizado na alimentação de ruminantes, destacam-se os seguintes: a quantidade disponível; a proximidade entre a fonte produtora e o local de consumo; as suas características nutricionais; os custos de transporte, condicionamento e armazenagem.

A viabilidade econômica da utilização de coprodutos agroindustriais como alimentos para animais requer trabalhos de pesquisa e desenvolvimento, visando à sua caracterização, aplicação de métodos de tratamento, determinação de seu valor nutritivo, além de sistemas de conservação, armazenagem e comercialização.

Diversos são os coprodutos da indústria que, em função de várias pesquisas e processamento, podem ser utilizados na alimentação animal. No

entanto, destaque é dado para a casca de banana devido à grande disponibilidade dessa matéria-prima que apresenta potencial para alimentação animal.

Quanto à utilização da casca de banana na alimentação animal, existem poucos trabalhos desenvolvidos com ênfase na composição química e degradabilidade. Dessa forma, o conhecimento do valor nutricional da casca de banana é essencial para a formulação de dietas balanceadas que possibilitem maximizar a eficiência alimentar.

O manejo da casca de banana tem dificultado a utilização por parte dos produtores devido ao alto teor de umidade. Nesse sentido, o uso de agentes alcalinizantes como a cal virgem e o calcário na desidratação tem sido indicado como forma de acelerar o processo de perda de água, além de conservar o produto por tempo maior. Todavia, pouco se sabe sobre a quantidade a ser adicionada e o efeito causado por esses agentes alcalinos sobre o valor nutricional do coproduto. Há relatos na literatura (CÂNDIDO *et al.* 1999; REIS *et al.* 2001; SANTOS *et al.* 2004; RIBEIRO *et al.* 2009; MACEDO *et al.* 2011) que os agentes alcalinizantes como a cal virgem e calcário melhoram a degradabilidade e digestibilidade da fração fibrosa de alimentos de baixo valor nutricional como a cana-de-açúcar.

Com base no exposto, objetivou-se caracterizar o valor nutricional da casca de banana tratada com diferentes níveis de cal virgem e calcário.

## **1. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Produção da banana no Brasil**

Segundo os dados da Food and Agriculture Organization (FAO), em 2011, o Brasil era o segundo maior produtor mundial de banana, com 7,30 milhões de toneladas, atrás da Índia (16 milhões de toneladas). Economicamente, a banana destaca-se como a segunda fruta mais importante em área colhida, quantidade produzida, valor da produção e consumo. É cultivada por grandes, médios e pequenos produtores, sendo 60 % da produção proveniente da agricultura familiar (EMBRAPA, 2013).

A região Nordeste se destaca como a maior produtora de banana do Brasil em seguida a região sudeste. O estado de Minas Gerais é o quinto maior produtor de banana do país (EMBRAPA, 2013).

A região Norte de Minas Gerais é a maior produtora de banana do Estado, com produção estimada do conjunto de municípios (Janaúba, Jaíba, Verdelândia e Montes Claros) alcançando cerca de 170 mil toneladas por ano, ou seja, 26 % da produção estadual de banana (654.444 mil toneladas), conforme dados da Superintendência de Política e Economia Agrícola, com base no levantamento do IBGE (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 coproduto industrial anual de cerca de 87,60 mil toneladas de casca de banana, ou seja, 2,04 mil toneladas de cascas de banana são desperdiçadas na região Norte de Minas.

## **2.2 Uso de Coprodutos da Agroindústria na Alimentação de Ruminantes**

A procura por alimentos alternativos para os sistemas de produção animal é uma das mais promissoras áreas de pesquisas na alimentação animal (BARRETO, 2008). A sociedade está cada vez mais interessada em evitar qualquer tipo de desperdício (alimentos, energia, tempo, recursos) e minimizar danos ambientais, tornando-se importante a integração das atividades da agricultura com a pecuária, nos seus diversos aspectos (SILVA, 2005).

Estudos de avaliação e utilização de alternativas tecnológicas, como coprodutos agroindustriais, podem trazer benefícios para a composição de dietas dos ruminantes, nas diferentes regiões do Brasil, garantindo, em muitos casos, a maior disponibilidade de alimentos e possível deslocamento da eficiência de produção (ARAUJO e ALVES, 2005). A casca da banana (*Musa* spp.), coproduto da extração da polpa do fruto, pode ser uma alternativa de fonte de alimentos para nutrição animal, devido seu valor nutricional e alta disponibilidade em pequenas e grandes indústrias de doces (OMER, 2009).

## **2.3 Degradabilidade Ruminal**

Determinar a cinética ruminal dos alimentos é indispensável quando se quer avaliar a quantidade e disponibilidade de nutrientes que estará disponível para os microrganismos do rúmen e a quantidade de nitrogênio que alcança o intestino delgado (MERHEZ e ORSKOV, 1977).

Para Martins (2000), a qualidade de qualquer alimento poderia ser obtida pela degradabilidade dos seus componentes nutricionais. Assim, destaca-se a técnica *in situ*, de onde se podem extrair informações importantes, como a taxa e o potencial de degradação ruminal inerente a cada alimento (BARBOSA *et al.* 1996).

Essa técnica consiste em determinar o desaparecimento de componentes da amostra de alimentos acondicionados em sacos de náilon ou de outro material sintético e incubados em períodos variáveis (BARBOSA *et al.* 1996).

Van Soest (1994) afirma que os nutrientes possuem taxas de degradação quanto à disponibilidade ruminal em pelo menos três frações: a) solúvel (açúcares solúveis) b) degradável (amido, pectina, celulose e hemicelulose) e c) indegradável (proteína e/ou carboidratos complexados com a lignina) (GONÇALVES, 2001).

A técnica *in situ* visa a quantificar essas frações e determinar a taxa de degradação da fração b.

O grau de degradação da proteína da dieta no rúmen é fator importante no método de avaliação dos requerimentos proteicos dos ruminantes e na avaliação proteica dos alimentos (VILELA *et al.* 1994). A simultânea degradação e utilização da proteína e dos carboidratos são fundamentais para a máxima expressão do potencial de fermentação no ambiente ruminal.

O conhecimento desse conceito vem permitir a manipulação ou suplementação de dietas, de forma a assegurar o balanço dos três maiores grupos metabólicos (aminoácidos, glicose e AGV), o qual por sua vez, determinará a eficiência e o nível de produção animal (LENG e PRESTON, 1976).

A técnica *in situ*, apesar de sofrer várias críticas, a contaminação microbiana dos sacos e perda de nitrogênio que não foi degradado, ainda é amplamente utilizada para a identificação das degradabilidades (BRODERICK, 1995).

Os métodos de degradação da massa seca e fibra em detergente neutro no rúmen podem ser utilizados de forma simultânea, entre a liberação de amônia e peptídeos com a oferta de esqueletos de carbono e energia, para se obter a máxima eficiência de síntese microbiana (RUSSEL *et al.* 1992).

A técnica *in situ* fornece condições ótimas de temperatura, pH, tamponamento, substratos, enzimas para uma melhor degradação dos alimentos e conseqüentemente maior confiabilidade nos parâmetros obtidos. A quantificação da parede celular e a estimativa de sua degradabilidade poderão auxiliar os nutricionistas na formulação de dietas para ruminantes com mais acurácia (ASSIS *et al.* 1999).

Nesse sentido, dietas ricas em volumosos apresentarão maiores teores de parede celular que são componentes indispensáveis na alimentação animal. Deve-se lembrar que, nesta situação, a ingestão da massa seca é influenciada pela capacidade física do rúmen, e o esvaziamento do rúmen é a soma de duas taxas: digestão e passagem (ASSIS *et al.* 1999).

Dessa forma, alimentos com elevada taxa de degradação da FDN estão correlacionados positivamente com a ingestão da massa seca (VAN SOEST, 1994). Entretanto, alimentos com concentração semelhante da FDN podem ter diferentes níveis de ingestão da massa seca, os quais são limitados pela quantidade da FDN não degradada no rúmen (ANDRIGUETTO *et al.* 1993).

Diversos são os trabalhos de pesquisa que utilizam o método *in situ* como forma de caracterizar o valor nutricional de alimentos com potencial para alimentação de ruminantes.

Geraseev *et al.* (2011) avaliaram a degradação ruminal do farelo de pequi em substituição ao capim-elefante (*Pennisetum purpureum* schum cv. Napier) e concluíram que a adição do farelo da casca de pequi em substituição ao capim-elefante resulta em dieta com maior degradabilidade da matéria seca e fibra em detergente neutro.

Rêgo *et al.* (2010) analisaram a degradação *in situ* de silagens de capim-elefante contendo coproduto do urucum e observaram que a inclusão do subproduto do grão do urucum à ensilagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* schum cv. Napier) resulta em silagens com maior degradabilidade

potencial e efetiva, tornando assim, uma alternativa para a alimentação de ruminantes.

Oliveira *et al.* (2013) trabalharam com cinco genótipos pertencentes ao gênero *Cynodon* em diferentes idades de corte e constataram que na menor idade de corte (28 dias) os genótipos apresentaram melhores resultados de degradação ruminal da fração fibrosa.

#### **2.4 Uso de agentes alcalinizantes em alimentos volumosos**

Há vários fatores pelos quais se justifica usar o tratamento químico de volumosos, principalmente nos países tropicais. Uma das razões reside na simplicidade da técnica, podendo ser adotada tanto pelo pequeno produtor como pelos grandes sistemas de produção de ruminantes (DOMINGUES, 2009). Outra razão está ligada ao aumento da produção dos ruminantes que pode ser sensível nas pequenas propriedades, tipicamente aumentando a taxa de crescimento dos animais, sem serem aplicados outros recursos de alimentação de alto custo, como os suplementos proteicos e energéticos tradicionais (REIS *et al.* 2006).

A utilização de agentes alcalinos para o tratamento de volumosos de baixo valor nutritivo teve início na Alemanha (década de 20), com o método denominado de Beckmann, cujas primeiras publicações demonstraram aumentos lineares na digestibilidade da matéria orgânica (HOMB, 1984).

Lacey *et al.* (1981) descrevem algumas características desejáveis que esses aditivos devem possuir, tais como: a) baixa toxicidade para os mamíferos; b) efeito sobre microrganismos deterioradores (fungos, leveduras e bactérias); c) baixos níveis de perdas por volatilização; d) amplo espectro de ação; e) ser solúvel em água.

Os agentes alcalinos já vêm sendo usados há vários anos com o intuito de melhorar a digestibilidade de alimentos volumosos de baixo valor nutritivo, e também melhorar o perfil de fermentação e redução de perdas de matéria seca

em volumosos conservados através da ensilagem. Esses compostos químicos, hidróxido de sódio (NaOH), hidróxido de cálcio [Ca(OH)<sub>2</sub>], amônia anidra (NH<sub>3</sub>) e, mais recentemente, óxido de cálcio (CaO) e calcário (CaCO<sub>3</sub>), são utilizados em resíduos agrícolas como palhadas, sabugos de milho, bagaço de cana-de-açúcar e resíduos agroindustriais como as cascas de banana com o intuito de melhorar a qualidade desses alimentos, desidratar e permitir um melhor aproveitamento dos nutrientes das dietas que os contêm por parte dos animais que são alimentados com esses produtos (CALDERON e SHIMADA 1980).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCALDE, C. R. *et al.* Digestibilidade *in vitro* de alimentos com inóculos de líquido de rúmen ou de fezes de bovinos. **Acta Scientiarum**, Maringá-PR, v. 23, n. 4, p. 917-921, 2001.

ANDRIGUETTO, I. *et al.* Observations on *in situ* degradation of forage cell components in alfafa and Italian ryegrass. **Journal of Dairy Science**, Champaign, TN, v.76, n.9, 2624-2631, 1993.

ARAUJO, G. G. L.; ALVES, M. J. Uso de subprodutos na alimentação de caprinos e ovinos. In: SIMPÓSIO DE CAPRINOS E OVINOS DA EV-UFGM, I, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte-MG: UFGM, 2005. 1 CD-ROM.

ASSIS, M. A. *et al.* Degradabilidade *in situ* de gramíneas do gênero *Cynodon* submetidas ou não a adubação nitrogenada. **Acta Scientiarum**, Maringá-PR, v. 21, n. 7, p. 657-663, 1999.

AZEVEDO, R. A. *et al.* Desempenho de cordeiros alimentados com inclusão de torta de macaúba na dieta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Goiânia-GO, v.47, n.11, p.1663-1668, 2012.

BARBOSA, R. O. *et al.* Zoneamento bioclimático da ovinocultura no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa- MG, v. 30, n. 2, p. 454-460, 2001.

BRODERICK, G. A. Methodology for the determining ruminal degradability of feed proteins. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS EM RUMINANTES, 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa-MG: UFV, 1995. p. 139-176.

CALDERÓN, F. M.; SHIMADA, A. S. Efecto de la adición de NaOH (Hidróxido de Sodio) al ensilaje de cana de azúcar, en el comportamiento de toretes cebú. **Técnica Pecuária en México**, Yucatán-MEX, v. 38, p. 29-30, 1980.

CÂNDIDO, M. J. D. *et al.* Avaliação do valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com ureia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa–MG, v. 28, n. 5, p. 928-935, 1999.

CASALI, A. O. *et al.* 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**, Viçosa – MG, v. 37, n. 2, p. 335-342, 2008.

COCAL-ENERGIA RESPONSÁVEL. **Cotações de farelo de macaúba**. 2007. Disponível em: <<http://cocal.com.br/produtos/cotações-de-farelo-de-macauba/>> Acesso em: 04 jan. 2013.

DOMINGUES, F. N. **Cana-de-açúcar hidrolisada com doses crescentes de cal virgem e tempos de exposição ao ar para a alimentação de bovinos**. 2009. 108 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal - SP, 2009.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Banana**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia40/AG01/Abertura.html> e <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/BananaRondonia/importancia.htm>. Acesso em: 19 jul. 2013.

FAO. Food Agriculture Organization: crops & livestock primary & processed. Disponível em: <<http://fao.org>>. Acesso em: 9 jul. 2013.

GERASEEV, L. C. *et al.* Cinética da degradação ruminal de dietas contendo farelo de casca de pequi. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 41, n. 9, p. 1626-1631, 2011.

GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. **Forage fiber analyses (Apparatus, reagents, procedures and some applications)**. New York: United States Department of Agriculture, 1975. 20 p. (Agriculture Handbook 379)

GRAY, M. **Palm and Cycad Societies of Australia**. Austrália 2005. Disponível em: <<http://www.pacsoa.org.au/palms/Acrocomia/aculeata.html>>. Acesso em: 10 jul. 2013.

HENDERSON, A.; GALEANO, G.; BERNAL, R. **Field Guide to the Palms of the Americas** New Jersey-USA: Princeton University, 1995. p. 166-167.

HOMB, T. Wet treatment with sodium oxide. In: SUNDSTOL, F.; OWEN, E. (Eds.) **Straw and other fibrous by-products as feed**. Amsterdam: Elsevier, 1984. p. 106-124.

**IBGE**-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm>. Acesso em: 29 jul. 2013.

LACEY, J., LORD, K. A. CAYLEY, G. R. Chemical for preventing mounding in damp hay. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam-NLD, v. 3, n. 6, p. 323-336, 1981.

LENG, R. A.; PRESTON, T. R., **Sugar cane for cattle production: present constraints, perspectives and research priorities**, 1976. Disponível em <[www.utaoundation.org/TAP/TAP11/tap1\\_1a.pdf](http://www.utaoundation.org/TAP/TAP11/tap1_1a.pdf),> Acesso em: 09 jul. 2013.

MACEDO, T. M. *et al.* Degradabilidade da matéria seca e da fração fibrosa da cana de açúcar tratada com óxido de cálcio. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, Salvador-BA, v. 12, n. 2, p. 429-440, 2011.

MARTINS, R. G. R. **Consumo e digestibilidade aparente de silagens de quarto genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) em ovinos**. 2000. 45 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (EV - UFMG), Belo Horizonte – MG, 2000.

MERHEZ, A. Z.; ORSKOV, E. R. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **Journal of Agricultural Science**, Toronto-ON, v. 88, n. 3, p. 645- 650, 1977.

OLIVEIRA, M. D. S. *et al.* Efeito de métodos de coleta de fluido ruminal em bovinos sobre alguns parâmetros ruminais e microbiológicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 34, n. 5, p. 867-871, 1999.

OLIVEIRA, M. D. S. *et al.* Efeito de métodos de coleta de fluido ruminal sobre a digestibilidade *in vitro* de alguns nutrientes de ração para bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 22, n. 5, p. 794-800, 1993.

OLIVEIRA, E. R. *et al.* Degradação ruminal da fibra em detergente neutro e gramíneas do gênero *Cynodon* spp em quatro idades de corte. **Agrarian**, Dourados-MS, v. 6, n. 20, p. 205-214, 2013.

OMER, S. *in situ* dry matter degradation characteristics of banana rejects, leaves, and pseudo stem. **Assiut Veterinary Medicine Journal**, Khartoum North – GOSS, v. 55, n. 120, 2009.

RÊGO, A. C. *et al.* Degradação de silagens de capim-elefante contendo subproduto do urucum. **Revista Ciência Agronômica, Fortaleza-CE**, v. 41, n. 3, p. 482-489, 2010

REIS, R. A.; BERTIPAGLIA, L. M. A.; SIQUEIRA, G. R. Estratégias para o tratamento de volumosos. In: Federação da Agricultura do Estado de Sergipe; EMBRAPA Tabuleiros Costeiros. (Org.). **Simpósio Nordeste Rural**, 01 ed. Aracaju: Federação da Agricultura do Estado de Sergipe-SE, v. 1, p. 151-170. 2006.

REIS, R. A. *et al.* Avaliação de fontes amônia para o tratamento de fenos de gramíneas tropicais. 1. Constituintes da parede celular, poder tampão e atividade ureática. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa – MG, v.30, n.3, p.674-681, 2001.

RIBEIRO, L. S. O. *et al.* 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**, Salvador–BA, v. 10, n. 3, p. 573-585, 2009.

RUSSELL, J. B. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, Champaign, TN, v. 12, n.70, p. 3551-3561, 1992.

SANTOS, G. T. *et al.* Determinação da digestibilidade *in vitro* de gramíneas do gênero *Cynodon* com uso de diferentes metodologias. **Acta Scientiarum**, Maringá–PR, v. 22, n. 3, p. 761-764, 2000.

SANTOS, J. *et al.* Efeito dos tratamentos físicos e químicos no resíduo de lixadeira do algodão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras–MG, v. 28, n. 4, p. 919-923, 2004.

SILVA, M. E. T. **Avaliação da degradabilidade ruminal de silagens e de cascas de café submetidas á fermentação no estado sólido em búfalos (*Bubalus bubalis L.*) fistulados**. 2005. 136 f. Tese (Doutorado em Processos Biotecnológicos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba - PR, 2005. Disponível em: <[http://www.ppgbiotec.ufpr.br/teses\\_dissertacoes/arquivo/31-2005.pdf](http://www.ppgbiotec.ufpr.br/teses_dissertacoes/arquivo/31-2005.pdf)>. Acesso em: 10 jul. 2013.

SOBREIRA, H. F. *et al.* Casca e coco de macaúba adicionados ao concentrado para vacas mestiças lactantes em dietas à base de silagem de milho. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa–MG, v. 2, n.1, p. 113-117, 2012.

VALADARES FILHO, S. C. Utilização da técnica “*in situ*” para a avaliação de alimentos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES; REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá-PR: SBZ, 1994. p. 95-118.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca, New York: Cornell, 1994. 476 p.

VILELA, G. L. **Degradabilidade “*in situ*” da material seca e da proteína bruta de vários alimentos em vacas alimentadas com diferentes rações**. 1994. 68 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 1994.

WHITEMAN, P. C. **Tropical Pasture Science**. New York: Oxford University Press, 1980. 392 p.

## **CAPITULO II**

### **COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DA CASCA DE BANANA TRATADA COM FONTES DE ÓXIDO DE CÁLCIO**

## RESUMO

MONÇÃO, Flávio Pinto. **Composição químico-bromatológica da casca de banana tratada com fontes de óxido de cálcio**. 2013. Cap. 2, p.18-50. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.<sup>1</sup>

Objetivou-se avaliar o efeito de níveis crescentes de cal virgem e calcário sobre a composição químico-bromatológica da casca de banana. A casca de banana foi tratada com diferentes níveis de inclusão (1; 2; 3 e 4 % da matéria natural) de cal virgem ou calcário dolomítico e pré-seca a pleno sol durante 120 horas. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, em esquema fatorial, sendo quatro níveis de inclusão mais a testemunha, dois aditivos e três repetições. A utilização de cal virgem proporcionou maiores teores de matéria seca na casca de banana em relação à testemunha, exceto para o nível de 4 %, com médias 1,00; 1,29 e 1,33 % superiores à testemunha nos níveis de 1, 2 e 3 %, respectivamente. O incremento dos níveis de aditivos reduziram os teores de proteína bruta, sendo observado que para cada 1 % de cal virgem ou calcário adicionado, houve redução de 0,63 % no teor de proteína bruta. Não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre as fontes de óxido de cálcio (cal virgem e calcário) sobre os teores de fibra em detergente neutro (FDN) em relação à testemunha (média de 50,47 %). O teor de fibra em detergente ácido reduziu ( $P<0,05$ ) com o incremento dos níveis sendo que para cada unidade percentual de aditivo aumentada, houve redução de 2,72 e 5,87 % para a cal virgem e o calcário, respectivamente. Recomenda-se a utilização do calcário ou da cal virgem com a finalidade de melhorar o valor nutritivo da casca de banana no nível de até 3 % de inclusão na matéria natural.

---

<sup>1</sup> **Comitê de Orientação:** Prof. Sidnei Tavares dos Reis – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Orientador); Prof<sup>a</sup> Eleuza Clarete Junqueira de Sales – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Coorientador).

## ABSTRACT

MONÇÃO, Flávio Pinto. **Chemical-bromatological composition of banana peel treated with sources of calcium oxide.** 2013. Chapter 2, p. 18-50. Dissertation (Master's degree in Animal Science) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba – MG, Brazil.<sup>2</sup>

This study aimed to evaluate the effect of increasing levels of virgin lime and limestone on the chemical-bromatological composition of the banana peel. The banana peel was treated with different levels of inclusion (1, 2, 3 and 4 % of natural matter) of virgin lime and dolomitic limestone and pre-dry in full sun for 120 hours. The experimental design was completely randomized one in a factorial design, four levels of inclusion plus the control, two additives and three replications. The use of virgin lime resulted in higher dry matter content in banana peel compared to the control, except for the level of 4 %, with means 1.00, 1.29 and 1.33 % compared to the controls at 1, 2 and 3 %, respectively. Increasing the levels of additives the crude protein content was reduced, it was observed that for each 1 % of virgin lime or limestone added, there was a reduction of 0.63 % in crude protein content. There was no significant difference ( $P>0.05$ ) between sources of calcium oxide (virgin lime and limestone) on the levels of neutral detergent fiber (NDF) compared to control (mean 50.47 %). The content of acid detergent fiber decreased ( $P < 0.05$ ) with the increase of the levels and for each percentage unit of the additive increased, there was a reduction of 2.72 and 5.87 % for virgin lime and limestone, respectively. It is recommended the use of limestone or lime in order to improve the nutritional value of banana peel at levels up to 3 % of inclusion in natural matter.

---

<sup>2</sup> **Guidance Committee:** Prof. Dr. Sidnei Tavares dos Reis – Department of Agricultural Sciences/UNIMONTES (Advisor); Prof. Dr. Eleuza Clarete Junqueira de Sales – Department of Agricultural Sciences /UNIMONTES (Co-advisor).

## 1. INTRODUÇÃO

A produção animal constitui 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 (FERREIRA *et al.* 2009; RUFINO *et al.* 2011).

Estudos para a utilização de alimentos regionais alternativos como forma de suplementação do rebanho são imprescindíveis para se alcançar melhores índices de produtividade e aumento da renda familiar dos produtores desse setor (GERASEEV *et al.* 2007).

Os coprodutos 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 além de um suporte alimentar deficitário, tornando-se assim, difícil suprir as necessidades básicas de manutenção e produção de seus animais.

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 do conjunto de municípios alcançando cerca 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 do IBGE (2013).

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

A casca de banana possui potencial de utilização na dieta animal (EMAGA *et al.* 2011) principalmente em épocas estratégicas. Entretanto, o manejo desse coproduto tem dificultado a utilização por parte dos produtores, devido ao alto teor de umidade. Nesse sentido, agentes alcalinizantes como a cal virgem, a cal hidratada e o calcário na desidratação tem sido utilizado com o objetivo de acelerar a perda de água (DROUZAS e SHUBERT, 1996; 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 isso, está a redução de peso e volume, que diminuem a embalagem, o volume de armazenagem e o custo de transporte do produto (LIMA *et al.* 2000).

Contudo, pouco se sabe sobre os efeitos do óxido de cálcio sobre as características nutricionais da casca de banana, sendo de extrema importância pesquisas nesse sentido. Na cana-de-açúcar, Ribeiro *et al.* (2009) e Macedo *et al.* (2011) observaram efeito benéfico do uso de óxido de cálcio sobre a composição química, a degradabilidade e a digestibilidade da matéria seca e da fração fibrosa, devido à ruptura das complexas ligações químicas da lignina com a celulose e a hemicelulose, o que permite que sejam mais facilmente degradadas pelas bactérias ruminais (CANDIDO *et al.* 1999; SANTOS *et al.* 2004).

Com base no exposto, objetivou-se avaliar o efeito de níveis de cal virgem ou calcário sobre a composição química da casca de banana.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Montes Claros, UNIMONTES, Campus Avançado de Janaúba–MG, região norte do estado de Minas Gerais, inserida no semiárido brasileiro e na microrregião da Serra Geral de Minas. As coordenadas geográficas são 15°47'50" latitude Sul e 43°18'31" longitude oeste, a altitude de 516 m. O clima é o tropical megatérmico (Aw), em função da altitude apresenta-se subúmido e semiárido com chuvas irregulares, o que ocasiona longos períodos de seca (KOPPEN, 1948). O solo é classificado como latossolo vermelho-amarelo distrófico – LVAd (EMBRAPA, 2006).

A composição química dos aditivos, cal virgem e calcário dolomítico, pode ser observada na Tabela 1.

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

<b>Constituintes</b>	<b>Cal Virgem</b>	<b>Calcário</b>
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
PRNT (%)	104,45	119,91
Umidade (%)	8,00	8,00

PRNT – Poder Relativo de Neutralização Total.

A casca de banana foi adquirida em uma indústria de doces que, após retirada da polpa, a casca era descartada juntamente com o engaço (estrutura de sustentação do fruto da banana). Posteriormente, a mesma foi tratada com 1, 2, 3

e 4 % de cal virgem e/ou calcário com base na matéria natural e pré-secas ao sol durante cinco dias. Após perda de 85 % de umidade, as mesmas foram armazenadas para análises.

Posteriormente, parte das amostras foi moída em peneira de crivo de 1 mm de diâmetro destinada à realização das análises químico-bromatológicas.

O teor de matéria seca definitiva foi determinado pela secagem das amostras em estufa 105 °C durante 8 h e posteriormente determinados os teores de cinzas (CZ) de acordo com a metodológica descrita por Detman *et al.* (2012).

Para se determinar o teor de proteína bruta (PB), adotaram-se os procedimentos descritos pela Association of Official Analytical Chemists (1997).

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), lignina (LIG), celulose (CEL) foram estimados pelo método descrito por Van Soest *et al.* (1991). Os teores de FDN e FDA foram corrigidos para cinzas e proteína.

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).

O experimento foi realizado em um delineamento experimental inteiramente ao acaso em esquema fatorial, sendo 4 níveis de inclusão (1, 2, 3 e 4%) mais a testemunha, 2 aditivos (cal virgem e calcário) com 3 repetições.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando o teste de “F” foi significativo, os níveis de inclusão de cal virgem e/ou 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 de “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, aplicou-se o teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ) por meio do procedimento GLM do SAS, conforme o modelo seguinte:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + A_j + T_iA_j + e_{ijk}$$

Em que:

$Y_{ijk}$  = Observação referente ao tratamento  $i$ , na repetição  $j$ ;

$\mu$  = Média geral;

$T_i$  = Efeito do tratamento  $i$ , com  $i = 1, 2, 3, 4 + 1$ ;

$A_j$  = Efeito do aditivo  $j$ , com  $j = 1$  e  $2$ ;

$T_iA_j$  = Efeito da interação tratamento x aditivo;

$e_{ijk}$  = O erro experimental associado aos valores observados ( $Y_{ijk}$ ) que por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi verificado efeito ( $P < 0,05$ ) de níveis e de interação níveis x aditivos, para a variável matéria seca (MS) (TABELA 2) (FIGURA 1). Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os aditivos.

A utilização de cal virgem proporcionou maiores teores de MS em relação à testemunha, exceto para o nível de 4 %, com médias 1,00; 1,29 e 1,33 % superiores à testemunha nos níveis de 1, 2 e 3 %, respectivamente. Para o calcário, as diferenças em relação à testemunha foram observadas para o nível de 4 %, sendo que a testemunha foi 0,7 % superior. A redução no teor de MS constatada no nível de 4 % tanto de cal virgem quanto de calcário justifica-se em função da formação de uma crosta superficial, que impermeabiliza a superfície impedindo a saída de água (PARK, 1987).

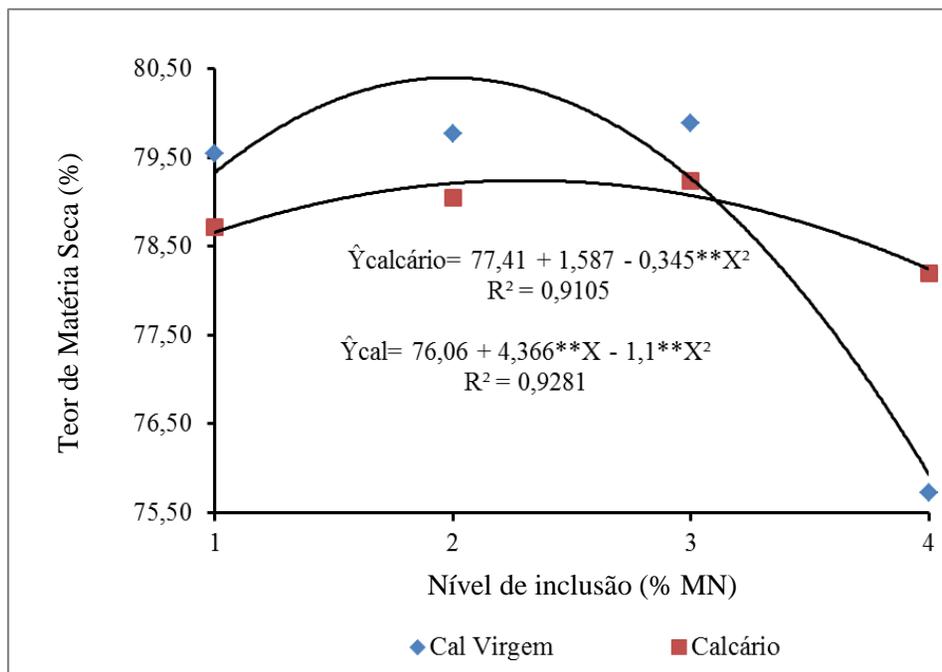
**TABELA 2.** Teor de matéria seca (MS) da casca de banana tratada com cal virgem e/ou calcário.

Nível (% MN)	Aditivos	
	Cal Virgem	Calcário
1	*79,54	78,71
2	*79,77	79,05
3	*79,89	79,23
4	*75,72	*78,19
Testemunha	78,75	
<b>CV (%)</b>	<b>0,27</b>	

Médias seguidas de \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ). Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de F ( $P < 0,05$ ). MN- Matéria Natural; CV- Coeficiente de Variação.

Como houve interação ( $P < 0,05$ ) níveis x aditivos, foi estabelecida uma equação de regressão para cada aditivo. As médias ajustaram-se ao modelo

quadrático de regressão (FIGURA 1) sendo os níveis de 1,98 e de 2,3 % de cal virgem e de calcário que maximizaram o teor de MS respectivamente. Macedo (2010) registrou aumento de 1,36 % sobre o teor de matéria seca de cana-de-açúcar, tratada com 1, 2 e 3 % de cal virgem, para cada 1 % de cal virgem adicionado. Esse incremento no teor de MS também observado nesta pesquisa até 3 % de inclusão de cal virgem ou de calcário o que se deve possivelmente ao elevado teor de MS dos aditivos utilizados (TABELA 1).



**FIGURA 1.** Teor de matéria seca (MS) da casca de banana submetida a níveis crescentes de cal virgem e/ou calcário.

Essien *et al.* (1995) estudaram a casca de banana e registraram teores de MS de 14,08 %, valor semelhante ao obtido neste experimento que foi de 13,13

%. A determinação do teor de MS do alimento é um parâmetro importante na formulação de dietas, pois é na MS que se concentram os demais nutrientes.

Em relação à proteína bruta (PB), houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre a casca da banana (CB) tratada e a testemunha (TABELA 3). As diferenças foram constatadas nos níveis 3 e 4 % de inclusão de cal virgem ou calcário, sendo observado que, as médias para CB tratada com cal virgem foram 30,66 e 33,73 % inferiores à testemunha (9,13 %), respectivamente. Para o calcário, as médias foram 16,41 e 20,37 % inferiores à CB sem aditivo, respectivamente. Mohallem *et al.* (2013) também encontraram reduções de PB da silagem de cana-de-açúcar tratada com cal em relação à testemunha. Para Woolford (1978), além do óxido de cálcio alterar a integridade estrutural da célula, afeta a sua pressão osmótica e a 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.

Entretanto, Lopes *et al.* (2009) avaliaram o capim-elefante tratado com compostos alcalinos (até 3 % de cal virgem) e obtiveram valores constantes de PB (2,7 %) e mencionaram que como não foi adicionada nenhuma fonte de nitrogênio que pudesse elevar o seu teor, ao contrário de forragens quando são tratadas com outros produtos alcalinos como ureia ou amônia anidra, que possuem, em sua composição, o nitrogênio, e, por isso, aumenta o teor de PB.

**TABELA 3.** Teor de proteína bruta (PB) da casca de banana tratada com níveis crescentes de cal virgem e/ou calcário.

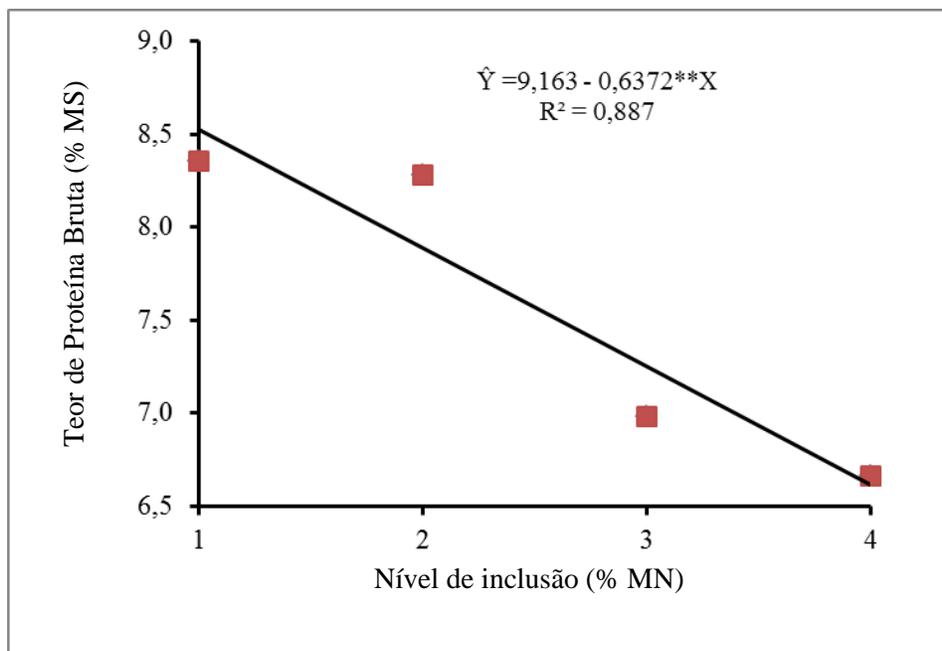
Nível (% MN)	Aditivos	
	Cal Virgem	Calcário
1	8,48	8,22
2	8,59	7,96
3	* 6,33	* 7,63
4	* 6,05	* 7,27
Testemunha	9,134	
<b>CV (%)</b>	<b>7,1595</b>	

Médias seguidas de \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ). Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de F ( $P < 0,05$ ). MN- Matéria Natural; CV- Coeficiente de Variação.

Dormond *et al.* (1997) avaliaram níveis crescentes de inclusão de CB em dietas de vacas leiteiras e encontraram teor de PB de 10,45 %, enquanto nesta pesquisa foi observado média de 9,13 %. Essa pequena variação de resultado pode estar relacionada com as diferentes variedades de banana existentes.

É importante destacar que a média geral de 7,74 % de PB encontrada satisfaz a condição mínima para o bom funcionamento do rúmen, que, segundo Van Soest (1994), varia de 6 a 8 % de PB, o que potencializa a utilização da CB em dietas para ruminantes sendo uma alternativa prática e econômica para as épocas de escassez de forragem.

Não foi observado efeito de interação para PB ( $P > 0,05$ ), por conseguinte foi estabelecida uma única equação de regressão. Observa-se que com o incremento dos níveis de aditivos reduziu-se o teor de PB, uma vez que para cada 1 % de aditivo alcalino adicionado, houve redução de 0,63 % no teor de PB.



**FIGURA 2.** Teor de proteína bruta (PB) da casca de banana tratada com níveis crescentes de cal virgem e/ou calcário.

Rabelo *et al.* (2010) avaliaram a composição químico-bromatológica de cana-de-açúcar hidrolisada com cal virgem e observaram reduções de 0,15 unidades percentuais para adição de 1,0 % de cal virgem.

Houve efeito ( $P < 0,05$ ) da adição de fontes de óxidos de cálcio (cal virgem e calcário) sobre os teores de cinzas (Cz) de CB em relação à testemunha (TABELA 4). Os teores de cinzas observados, tanto para a cal virgem quanto para o calcário, foram superiores à média da CB sem aditivo (13,38 %). Essien *et al.* (1995) avaliaram as características químicas da casca de banana e encontraram teor de Cz de 13,44 %, valor este que corrobora o obtido neste trabalho (13,38 %). Isso ocorreu possivelmente devido ao menor efeito das condições edafoclimáticas e genéticas possibilitando resultados com pouca variação.

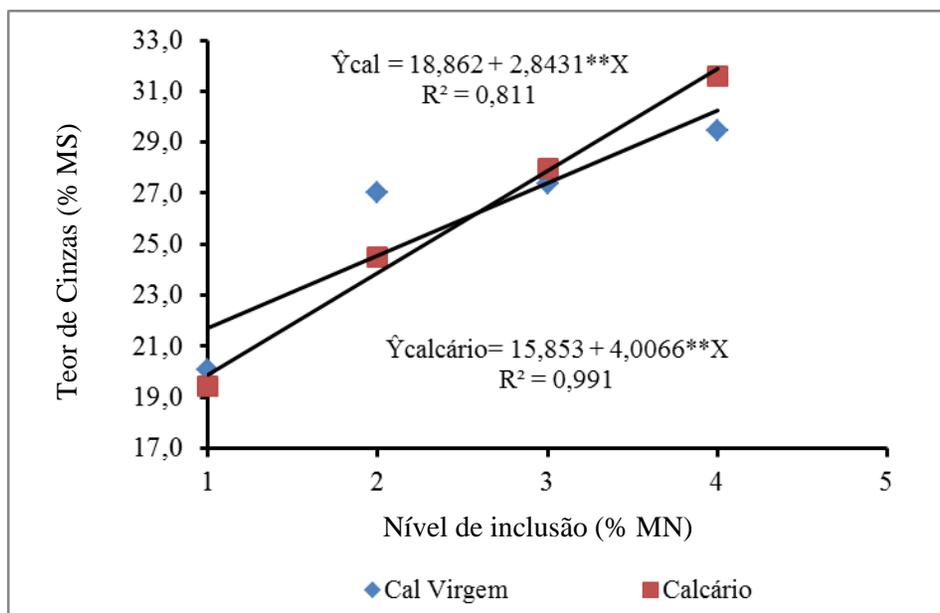
**TABELA 4.** Teor de cinzas (Cz) da casca de banana submetida a níveis crescentes de cal virgem e/ou calcário.

Nível (% MN)	Aditivos	
	Cal Virgem	Calcário
1	* 20,07 A	* 19,41 A
2	* 27,01 A	* 24,47 B
3	* 27,34 A	* 27,98 A
4	* 29,44 B	* 31,60 A
Testemunha	13,38	
<b>CV (%)</b>	<b>3,4559</b>	

Médias seguidas de \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ). Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de F ( $P < 0,05$ ). MN- Matéria Natural; CV- Coeficiente de Variação.

Houve aumento linear ( $P < 0,05$ ) dos teores de Cz em função dos níveis de cal virgem ou de calcário, o que era esperado, pois o óxido de cálcio, presente na cal virgem e no calcário, apresenta significativo teor de Ca. Como houve interação ( $P < 0,05$ ) entre níveis x aditivo, foi ajustada uma equação de regressão para cada aditivo. Verificou-se que, para cada unidade aumentada de cal virgem na MN da CB, houve um incremento de 2,84 unidades no teor de Cz (FIGURA 3). Para o calcário, houve aumento de 4,00 unidades percentuais no teor de Cz para cada 1 % de inclusão na MN.

Corroborando o comportamento dos resultados apresentados nesta pesquisa, Macedo (2010), ao utilizar uma mistura da cal virgem nas proporções de 0; 1; 2 e 3 % na MN de cana-de-açúcar, observou aumentos na Cz de 3,66 % na MS. Esses resultados evidenciam o efeito dos teores de minerais presentes nos aditivos elevando os teores de minerais da CB.



**FIGURA 3.** Teor de cinzas (Cz) da casca de banana submetida a níveis crescente de cal virgem e/ou calcário.

Oliveira *et al.* (2008), ao utilizarem uma mistura de cal hidratada nas proporções de 0; 0,5 e 0,6 % para 2 litros de água em 100 kg de cana-de-açúcar, registraram aumentos na Cz de 2,45, 4,20 e 4,46 %, respectivamente, na MS da cana-de-açúcar. No entanto, a quantidade de cálcio presente na cal não foi suficiente para causar o efeito hidrolisante necessário sobre os teores dos nutrientes da cana-de-açúcar.

Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre as fontes de óxido de cálcio (cal virgem e calcário) sobre os teores de fibra em detergente neutro (FDN) (TABELA 5) em relação à testemunha (média de 50,47 %) e não houve interação ( $P > 0,05$ ) entre os níveis x aditivos.

Geralmente, a ação alcalinizante do óxido de cálcio proporciona redução nos teores de FDN e hemicelulose como observado por Oliveira *et al.* (2008) e Macedo (2010), causando a solubilização parcial da hemicelulose, por meio do

intumescimento alcalino da mesma, causado pela cal (OLOLADE *et al.* 1973; KLOPFENSTEIN, 1980; SUNDSTOL; OWEN, 1984; BERGER *et al.* 1994; VAN SOEST, 1994). Entretanto, esse fato não foi observado na CB tratada com diferentes fontes de óxido de cálcio.

**TABELA 5.** Teor de fibra em detergente neutro (FDN) da casca de banana tratada com níveis de cal virgem e/ou calcário.

Nível (% MN)	Aditivos	
	Cal Virgem	Calcário
1	50,51	51,43
2	52,09	50,97
3	50,19	50,26
4	48,88	49,83
Testemunha	50,15	
<b>CV (%)</b>	<b>8,7184</b>	

Médias seguidas de \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ). Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de F ( $P < 0,05$ ). MN- Matéria Natural; CV- Coeficiente de Variação.

Wachirasiri *et al.* (2009) avaliaram os efeitos da adição de CB em dietas fibrosas e encontraram teor de FDN de 50,25 %. Este valor está próximo do obtido nesta pesquisa (50,15 %). Isso reforça a coerência na metodologia adotada e no processo de amostragem do material utilizado.

O teor de FDN é um importante parâmetro na análise química, que define a qualidade do alimento, assim como limita a capacidade de ingestão de MS por parte dos animais. Nesta pesquisa, a média do teor de FDN foi de 50,48 %, a qual está abaixo dos valores preconizados por Van Soest (1965) que ressaltou valores acima de 55 a 60 % de FDN como limitante do consumo de MS.

Com relação aos teores de fibra em detergente ácido (FDA), houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para o nível de 4 % de cal virgem, e 2, 3 e 4 %

de calcário em relação à testemunha (TABELA 6), cujos teores de FDA foram 29,33; 27,03; 29,50 e 181,63 %, inferiores à testemunha, respectivamente. Houve diferença ( $P < 0,05$ ) entre os aditivos e interação ( $P > 0,05$ ) entre níveis x aditivos.

**TABELA 6.** Teor de fibra em detergente ácido (FDA) da casca de banana tratada com diferentes níveis de cal virgem e/ou calcário.

Nível (% MN)	Aditivos	
	Cal Virgem	Calcário
1	28,90 A	29,53 A
2	25,38 A	*20,92 A
3	24,03 A	*20,21 A
4	*20,26 A	*10,18 B
Testemunha	28,67	
CV (%)	11,037	

Médias seguidas de \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ). MN- Matéria Natural; CV- Coeficiente de Variação.

Em relação aos aditivos, houve diferença ( $P < 0,05$ ) apenas no nível de 4 % de inclusão, sendo o maior teor de FDA observado na cal virgem.

As médias ajustaram-se ao modelo linear negativo de regressão à medida que aumentou o nível de inclusão dos aditivos (FIGURA 4). Para cada unidade percentual de aditivo aumentada, houve redução de 2,72 e 5,87 % nos teores de FDA para a cal virgem e para o calcário, respectivamente.

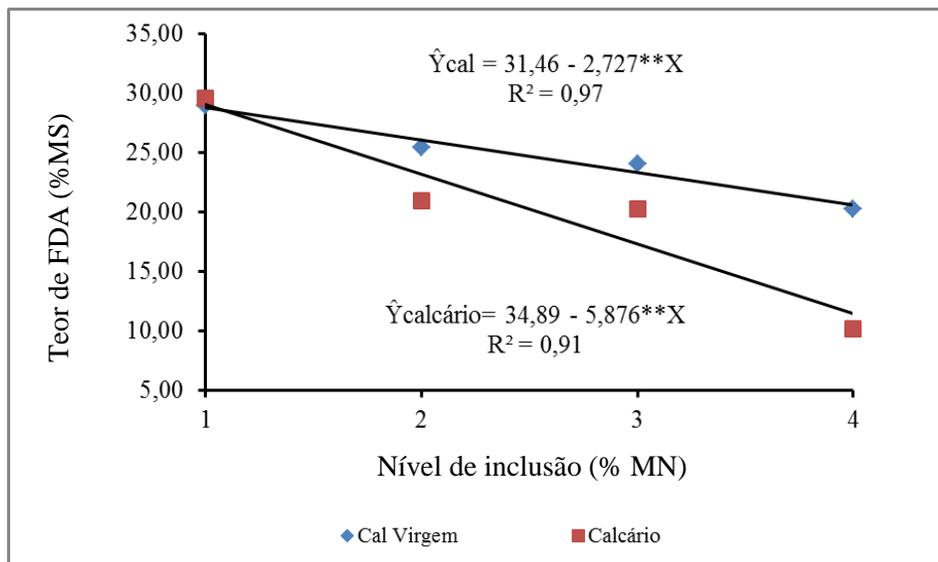


FIGURA 4. Teor de fibra em detergente ácido (FDA) da casca de banana tratada com diferentes níveis de cal virgem e/ou calcário.

Salienta-se que a ação hidrolisante da cal virgem sobre os componentes da CB depende de vários fatores, principalmente dos teores de óxido de cálcio e de óxido de magnésio. Dependendo da origem da rocha, esses teores poderão apresentar variações acentuadas e significativas, o que irá influir diretamente sobre o poder hidrolisante do óxido de cálcio (OLIVEIRA *et al.* 2008). Nesta pesquisa, observa-se que os aditivos, mesmo apresentando baixas concentrações de óxido de cálcio, houve ação sobre os componentes da parede celular ligados à FDA, ocorrendo uma hidrólise e solubilização deste componente que possivelmente está relacionado à lignina.

É importante lembrar que a FDA está diretamente relacionada com a degradabilidade da MS, na qual a lignina limita a digestão da parede celular (RODRIGUES, 1998). Assim, alimentos com altos teores de FDA possuem baixa degradabilidade, e alimentos com altos teores de FDN limitam o consumo

(FADEL *et al.* 2003). Assim, pode-se inferir que a CB apresenta potencial de degradação, pois a mesma apresentou redução da FDA com o aumento na inclusão dos aditivos.

Em relação ao teor de hemicelulose, foi verificada diferença significativa ( $P < 0,05$ ) em relação à testemunha apenas para os níveis de 3 e 4 % de calcário, sendo observado que as médias foram 23,70 e 38,36 %, superior à média da testemunha (TABELA 7). A baixa concentração de óxido de cálcio, bem como a solubilidade em água, é um fator que possivelmente justifica os resultados observados para a cal virgem e para o calcário.

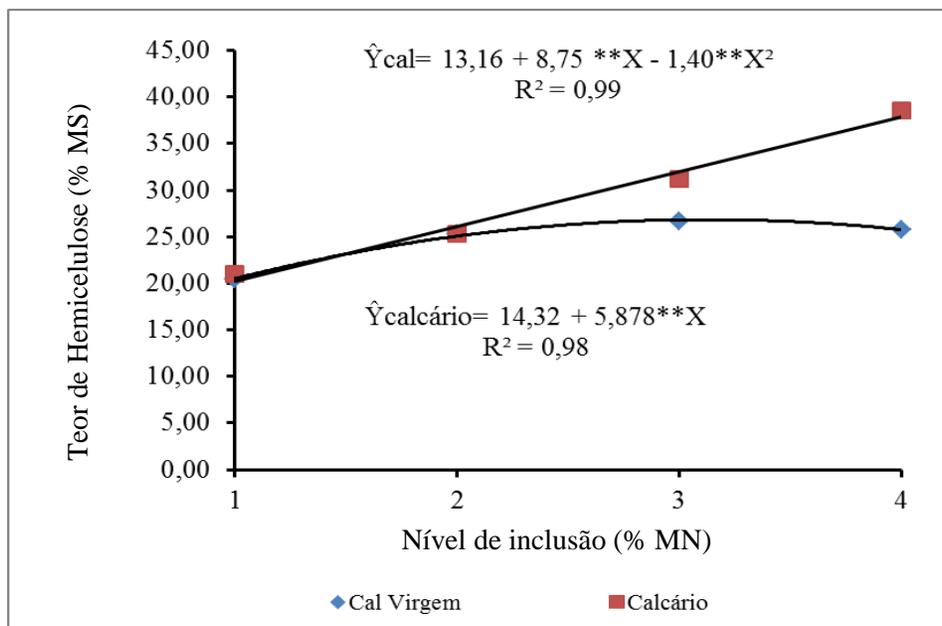
**TABELA 7.** Teor de hemicelulose (HEM) da casca de banana tratada com diferentes níveis de cal virgem e/ou calcário.

Nível (% MN)	Aditivos	
	Cal Virgem	Calcário
1	20,45 A	20,96 A
2	25,25 A	25,32 A
3	26,62 B	*31,18 A
4	25,81 B	*38,60 A
Testemunha	23,79	
CV (%)	5,60	

Médias seguidas de \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ). Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de F ( $P < 0,05$ ). MN- Matéria Natural; CV- Coeficiente de Variação.

Em relação aos aditivos, as maiores médias de hemicelulose foram observadas quando se utilizou o calcário como fonte de óxido de cálcio nos níveis de 3 e 4 % de inclusão, sendo as médias 14,62 e 33,13 % superiores, respectivamente.

Houve interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre níveis x aditivos e as médias ajustaram-se ao modelo quadrático e linear de regressão para a cal e para o calcário, respectivamente (FIGURA 5). O nível de cal virgem que maximizou o teor de hemicelulose foi de 3,01 %, logo, o efeito alcalinizante da cal na solubilização parcial da hemicelulose foi observado a partir desse nível. Para o calcário foi verificado incremento de 5,87 pontos percentuais para cada unidade em percentagem aumentada.



**FIGURA 5.** Teor médio de hemicelulose (HEM) da casca de banana tratada com diferentes níveis de cal virgem e/ou calcário.

Macedo (2010) trabalhou com cana tratada com óxido de cálcio (cal virgem), e constatou redução linear de 3,06 % da hemicelulose para cada unidade de cal virgem adicionada. Salieta que a queda da hemicelulose é comum em gramíneas, resíduos e subprodutos de gramíneas tratados com produtos alcalinos, como resultado de sua solubilização parcial, fenômeno conhecido como “entumescimento alcalino da celulose”, que consiste na expansão das moléculas de celulose, causando a ruptura das ligações das pontes de hidrogênio e aumentando a degradação da hemicelulose.

Para os teores de lignina (LIG), observou-se diferença ( $P < 0,05$ ) nos níveis de 1, 2 e 4 % de cal virgem e nos níveis de 1 e 4 % de calcário em relação à testemunha (TABELA 8). Os melhores resultados foram registrados quando se

utilizaram 4 % de cal virgem ou de calcário, cujas médias foram 144,21 e 21,07 %, inferiores à testemunha.

**TABELA 8.** Teor de lignina (LIG) da casca de banana tratada com diferentes níveis de cal virgem e/ou calcário.

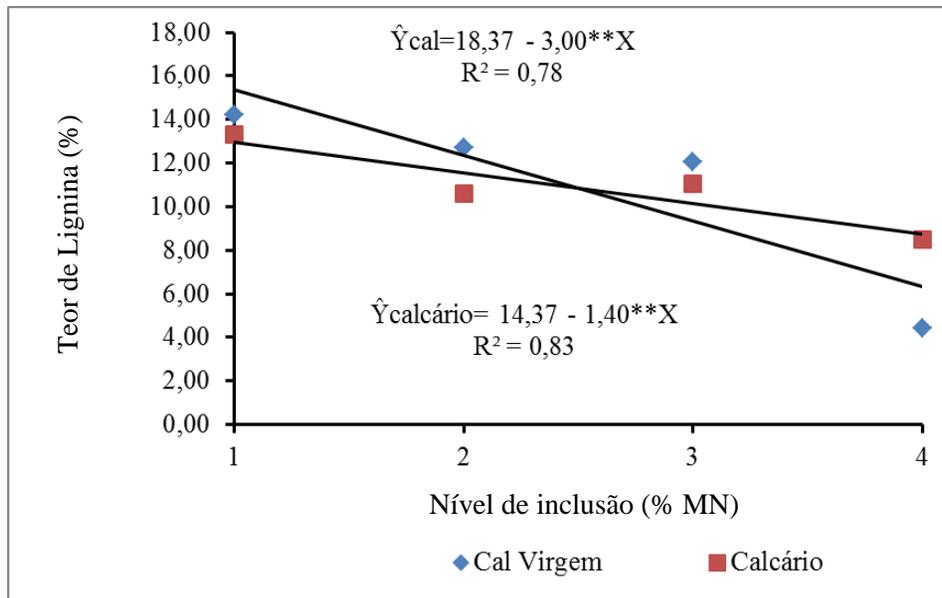
Nível (% MN)	Aditivos	
	Cal Virgem	Calcário
1	*14,21 A	*13,33 A
2	*12,73 A	10,59 A
3	12,04 A	11,03 A
4	*4,41 A	*8,50 A
Testemunha	10,77	
<b>CV (%)</b>	<b>6,85</b>	

Médias seguidas de \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ). Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de F ( $P < 0,05$ ). MN- Matéria Natural; CV- Coeficiente de Variação.

Os resultados de pesquisas (MACEDO *et al.* 2011; RIBEIRO *et al.* 2009) têm mostrado que, dependendo da concentração dos óxidos de cálcio, ocorre a solubilização da lignina favorecendo a degradabilidade da MS. Todavia, nesta pesquisa, possivelmente as concentrações de óxido de cálcio presentes na cal virgem e no calcário dolomítico (TABELA 1) foram insuficientes para promover a solubilização da lignina, visto que os resultados foram contrários quando se analisaram os níveis de 1, 2 e 3 % de cal virgem e de calcário.

Houve interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre níveis x aditivos, conseqüentemente, foram ajustadas equações de regressão para cada aditivo (FIGURA 6). O teor de lignina reduziu linearmente em função do suprimento de cal virgem ou de calcário na MN. Para cada unidade de cal virgem ou de calcário adicionada, houve redução de 3,00 e 1,04 unidades percentuais na MS.

Macedo (2010) encontrou redução da lignina de 0,82 % para cada 1 % de cal virgem incrementada na MN da cana-de-açúcar.



**FIGURA 6.** Teor de lignina (LIG) da casca de banana tratada com diferentes níveis de cal virgem e/ou calcário.

De acordo com Klopfenstein (1980), reduções nos teores de lignina podem contribuir para o melhor aproveitamento desse material pelo animal, no entanto, o teor de lignina normalmente não é alterado pelo tratamento químico, mas a ação deste leva a um aumento da taxa de degradação da fibra (MOTA *et al.* 2010, OLIVEIRA *et al.* 2008).

No tocante ao teor de celulose (Cel), teve efeito ( $P < 0,05$ ) de níveis, aditivos e interação ( $P < 0,05$ ) níveis x aditivos (TABELA 9). Houve redução no teor de celulose em relação à testemunha quando se utilizaram níveis de 1, 2 e 3 % de cal virgem ou 2, 3 e 4 % de calcário.

Em comparação aos aditivos, a maior média foi observada quando se trabalhou com 1 % de calcário, e inverso quando se trabalhou com 4 %. O efeito

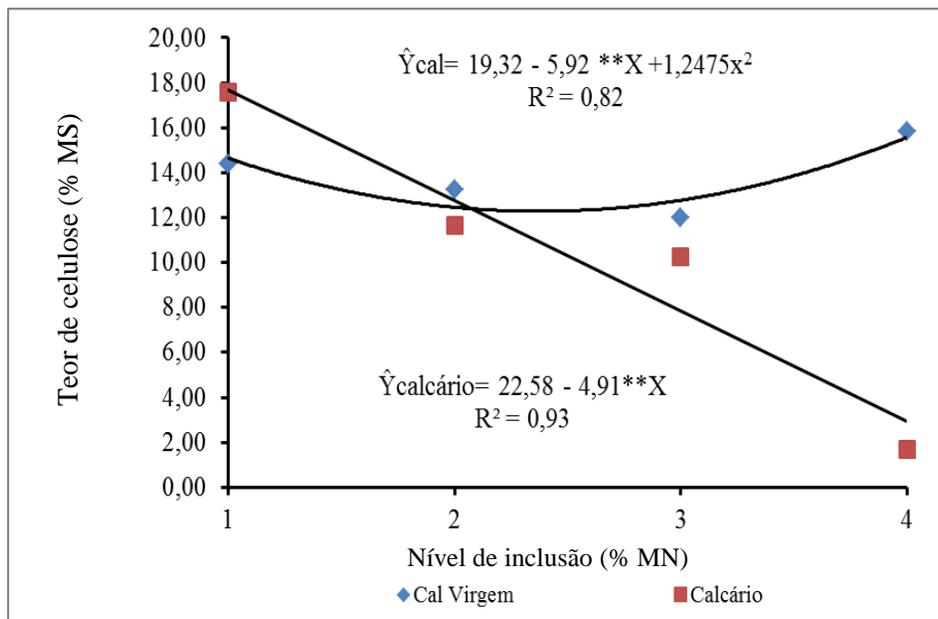
alcalinizante do óxido de cálcio provoca a o intumescimento alcalino da celulose, que consiste na expansão das moléculas de celulose, causando ruptura das ligações das pontes de hidrogênio (JACKSON, 1977).

**TABELA 9.** Teor de celulose (Cel) da casca de banana tratada com diferentes níveis de cal virgem e/ou calcário.

Nível (% MN)	Aditivos	
	Cal Virgem	Calcário
1	*14,38 B	17,60 A
2	*13,25 A	*11,63 A
3	*11,98 A	*10,25 A
4	15,84 A	*1,67 B
Testemunha	17,90	
<b>CV (%)</b>	<b>7,47</b>	

Médias seguidas de \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ). MN - Matéria Natural; CV - Coeficiente de Variação.

As médias ajustaram-se ao modelo quadrático e linear de regressão para a cal virgem e o calcário, respectivamente, sendo que o nível de cal virgem que minimizou o teor de celulose foi de 2,38 % (FIGURA 7). Para o calcário, a cada 1 % de inclusão na MN houve redução de 4,91 % no teor de celulose.



**FIGURA 7.** Teor de celulose (cel) da casca de banana tratada com diferentes níveis de cal virgem e/ou calcário.

Para os carboidratos totais (CT), houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) de níveis, aditivos e interação entre níveis x aditivos como pode ser observado na Tabela 10. Houve redução nos teores de CT da CB usando tanto a cal virgem quanto o calcário em relação ao teor observado para a testemunha. Em relação aos aditivos, o teor de CT para o calcário foi superior em 6,34 e 5,00 % em relação às médias para a cal virgem nos níveis de 1 e 2 %, respectivamente. Entretanto, nos níveis de 3 e 4 % de inclusão, as médias dos CT das CB tratada com cal virgem foram 5,09 e 8,02 %, superiores às médias das CB tratada com calcário.

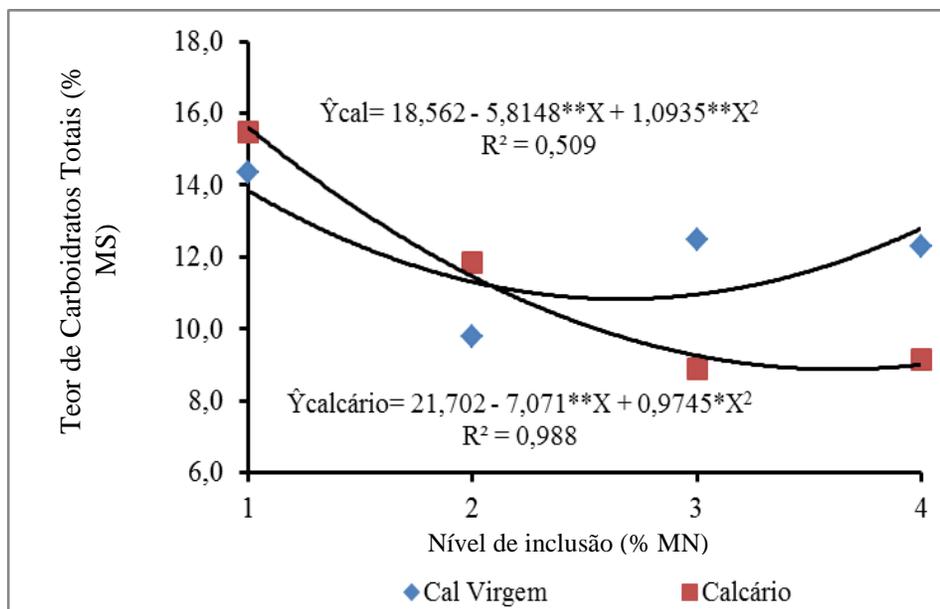
**TABELA 10.** Teor de carboidratos totais (CT) da casca de banana tratada com diferentes níveis de cal virgem e/ou calcário.

Nível (% MN)	Aditivos	
	Cal Virgem	Calcário
1	* 63,28 B	* 67,57 A
2	* 58,00 B	* 60,90 A
3	* 60,24 A	* 57,32 B
4	* 60,96 A	* 56,43 B
Testemunha	72,93	
<b>CV (%)</b>	<b>1,4243</b>	

Médias seguidas de \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ). Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de F ( $P < 0,05$ ). MN- Matéria Natural; CV- Coeficiente de Variação.

À medida que aumentou o nível de inclusão de calcário na CB, houve redução ( $P < 0,05$ ) de 3,69 % para cada 1 % de calcário adicionado (FIGURA 8). Para a cal virgem, houve comportamento quadrático ( $P < 0,05$ ) com o suprimento dos níveis, sendo 2,65 % o nível que minimizou o teor de CT da CB. Domingues (2009) observou redução de 8,22 % no teor de CT de cana-de-açúcar quando incrementou para 2 % de cal virgem em relação à testemunha.

Os resultados observados nesta pesquisa apresentam comportamento semelhante aos obtidos por Macedo (2010), que reportou redução na fração de CT, correspondente a 3,54 unidades para cada unidade de cal virgem, quando analisou cana-de-açúcar hidrolisada com adição de três níveis de cal virgem, 1; 2 e 3 %.



**FIGURA 8.** Teor de carboidratos totais (CT) da casca de banana tratada com diferentes níveis de cal virgem e/ou calcário.

Os carboidratos totais são os principais constituintes das plantas, correspondendo a cerca de 50 a 80 % da MS das mesmas. Contudo, as características nutritivas dos carboidratos dependem dos açúcares que os compõem, das ligações entre eles estabelecidas e de outros fatores de natureza físico-química, os quais interferem diretamente na disponibilidade de energia para o ruminante (VAN SOEST, 1994).

Para os carboidratos não fibrosos (CNF) da CB, houve diferença ( $P < 0,05$ ) entre os níveis, aditivos e interação entre níveis x aditivos como pode ser observado na Tabela 11 e Figura 9. À medida que aumentou para 2, 3 e 4 % os níveis de cal virgem ou calcário, as médias foram inferiores à testemunha.

No processo de pré-secagem iniciam-se as perdas de CNF, pois a planta continua a respiração que é a transformação dos seus carboidratos solúveis (açúcares) em gás carbônico e água, liberando calor (GOBETTI *et al.* 2013).

Neste sentido, as maiores perdas de CNF da CB tratada, além da respiração celular, possivelmente esteja relacionada à maior exposição do conteúdo celular promovido pela ação dos óxidos de cálcio, favorecendo as maiores perdas de água e nutrientes.

**TABELA 11.** Teor de carboidratos não fibrosos (CNF) da casca de banana tratada com diferentes níveis de cal virgem e/ou calcário.

Nível (% MN)	Aditivos	
	Cal Virgem	Calcário
1	14,34 A	15,47 A
2	* 9,77 A	* 11,84 A
3	* 12,48 A	* 8,87 B
4	* 12,28 A	* 9,13 B
Testemunha	15,66	
<b>CV (%)</b>	<b>7,8682</b>	

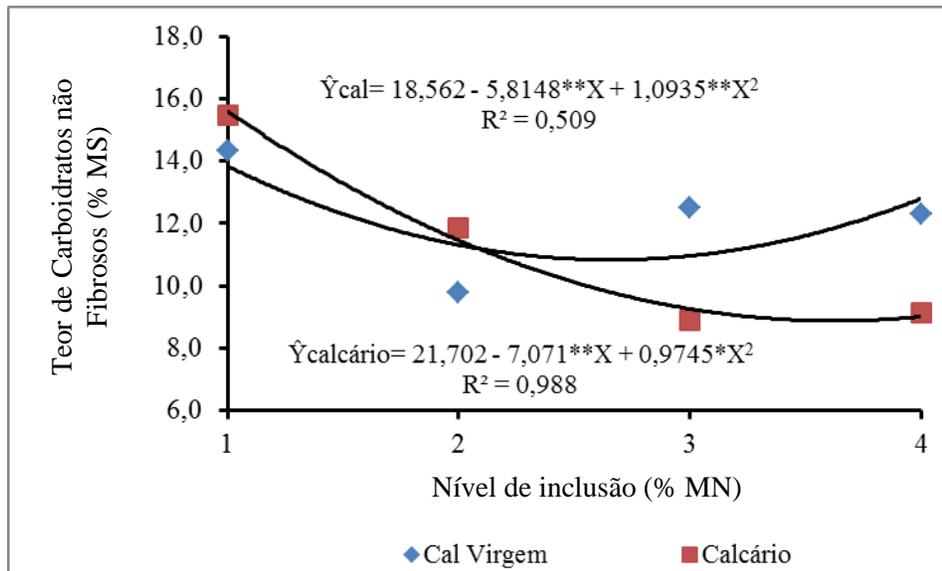
Médias seguidas de \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ). Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de F ( $P < 0,05$ ). MN- Matéria Natural; CV- Coeficiente de Variação.

Nos níveis de 3 e 4 % de inclusão, as médias da cal virgem foram 40,71 e 34,47 % superiores às observadas para o calcário. Essa diferença pode ser explicada possivelmente pelas diferentes concentrações de óxido de cálcio em cada aditivo reagindo de diferentes formas sobre a célula vegetal.

Os CNF comportaram-se de forma quadrática ( $P < 0,05$ ) em função do aumento dos níveis de cal virgem ou de calcário (FIGURA 7). Os níveis de cal virgem e de calcário que minimizaram os CNF foram de 2,36 e 3,63 %, respectivamente.

Macedo (2010) avaliou o teor de CNF da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio (CaO) (1; 2; e 3 % da MN) e não encontrou diferença ( $P > 0,05$ ) entre os níveis. Amaral *et al.* (2009) avaliaram cana-de-açúcar ensilada com ou

sem aditivos químicos (cal virgem e calcário calcítico) e observaram reduções dos CNF de 69,0 e 58,7 % quando se incluiu 1 % de cal virgem e calcário na matéria natural, respectivamente, em relação ao material *in natura*.



**FIGURA 9.** Teor de carboidratos não fibrosos (CNF) da casca de banana tratada com diferentes níveis de cal virgem e/ou calcário.

Para o teor de extrato etéreo (EE), houve diferença ( $P < 0,05$ ) entre os níveis em relação à testemunha (TABELA 12). O incremento de cal virgem até 3 % de inclusão, proporcional maior exposição dos lipídios presente no conteúdo celular. Para o calcário, a ação foi observada a partir de 2 %. Dessa maneira, ficou explícito que as diferenças dos aditivos estão relacionadas à concentração de óxido de cálcio e magnésio, promovendo respostas diferenciadas dos nutrientes.

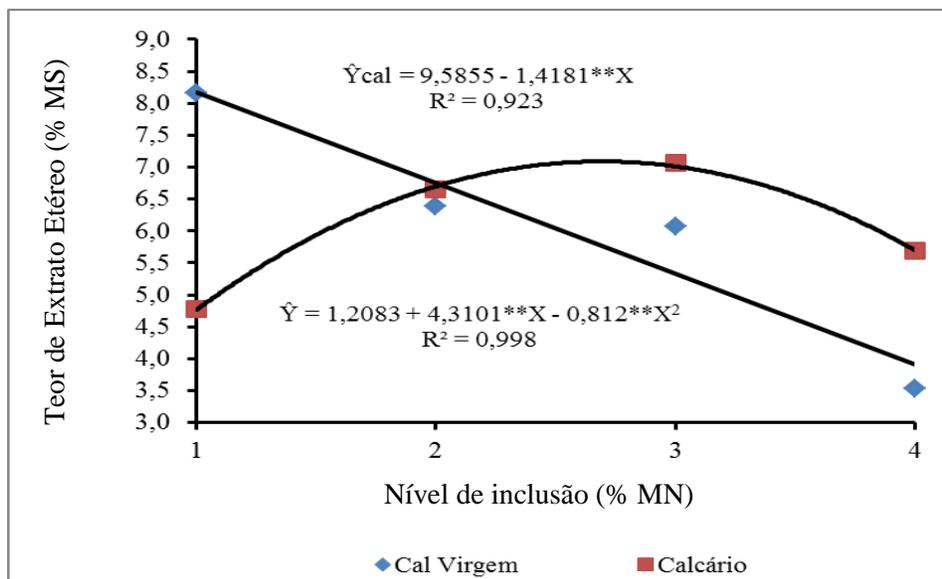
**TABELA 12.** Teor de extrato etéreo (EE) da casca de banana tratada com diferentes níveis de cal virgem e/ou calcário.

Nível (% MN)	Aditivos	
	Cal Virgem	Calcário
1	* 8,15 A	4,78 B
2	* 6,39 A	* 6,65 A
3	* 6,07 B	* 7,05 A
4	3,53 B	* 5,68 A
Testemunha	4,55	
<b>CV (%)</b>	<b>8,5572</b>	

Médias seguidas de \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ). Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de F ( $P < 0,05$ ). MN- Matéria Natural; CV- Coeficiente de Variação.

Wachirasiri *et al.* (2009) analisaram a importância da fibra da CB como fonte de fibra na dieta, e verificaram teores de 13,10 % de EE, sendo este valor 65,27 % superior ao teor encontrado nesta pesquisa (4,55 %). Emaga *et al.* (2011) avaliaram a composição química de cascas de banana em diferentes estágios de maturação, relataram média de 5,88 % de EE, resultado próximo ao observado nesta pesquisa.

Houve interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre níveis x aditivos, cujo desdobramento pode ser observado na Figura 10. Houve comportamentos linear e quadrático de regressão em função do incremento dos níveis de cal virgem e de calcário, respectivamente. Para cada unidade de cal virgem adicionada, ocorreu redução de 1,41 % no teor de EE. Para o calcário, a dose que maximizou o teor de EE foi de 2,65 %.



**FIGURA 10.** Teor de extrato etéreo (EE) da casca de banana tratada com diferentes níveis de cal virgem e/ou calcário.

Carvalho *et al.*(2010) trabalharam com cana-de-açúcar tratada com 0,75; 1,50 e 2,25 % de cal virgem e observaram incremento no teor de EE de 9,52 % quando se utilizou 0,75 % de cal virgem em relação à testemunha, e entre os níveis constataram reduções lineares. Nesta pesquisa, o incremento observado quando se utilizou 1 % de cal virgem em relação à testemunha foi de 44,17 %. Esse incremento pode estar relacionado a reações de saponificação com possíveis formações de sabões de cálcio.

A reação de saponificação, nesta pesquisa, consiste na formação de sabões a partir da reação de triglicerídeos com hidróxido de cálcio conforme também observado por Freitas *et al.* (2008) quando analisaram cana-de-açúcar recebendo níveis de 0,5 e 0,9 % de cal virgem, encontraram incrementos de 2,5 e 22 % em relação à testemunha.

#### **4. CONCLUSÃO**

Recomenda-se a utilização do calcário ou da cal virgem com a finalidade de melhorar o valor nutritivo da casca de banana no nível de 3 % de inclusão na matéria natural.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, R. C. *et al.* Cana-de-açúcar ensilada com ou sem aditivos químicos: fermentação e composição química. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa–MG, v. 38, n. 8, p. 1413-1421, 2009.

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

BERGER, L. L.; FAHEY Jr., G. C.; BOURQUIM, L. O. Modification of forage quality after harvest. In: FAHEY Jr., G.C. (Ed.). **Forage quality, evaluation e utilization**. Madison – WI: American Society of Agronomy, 1994. p. 922-966.

CÂNDIDO, M. J. D. *et al.* Avaliação do valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com ureia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa–MG, v. 28, n. 5, p. 928-935, 1999.

CARVALHO, G. G. P. *et al.* Comportamento ingestivo em caprinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa–MG, v. 40, n. 8, p. 1767-1773, 2011.

CARVALHO, G. G. P. *et al.* Valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com quatro doses de ureia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 1, p. 125-132, 2006.

CARVALHO, G. G. P. *et al.* Consumo, digestibilidade aparente e dias de coleta total na estimativa da digestibilidade em caprinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa – MG, v. 39, n.12, p. 2714-2723, 2010.

DETMAN, E. *et al.* **Métodos para análises de alimentos**. Viçosa – MG: Editora UFV, 2012. 214 p.

DOMINGUES, F. N. **cana-de-açúcar hidrolisada com doses crescentes de cal virgem e tempos de exposição ao ar para a alimentação de bovinos**. 2009. 108 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) Faculdade de Ciências Agrárias e

Veterinárias – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2009.

DORMOND, H.; BOSCHINI, C.; ROJAS-BOURRILLÓN, A. Efecto de dos niveles de cascara de banana maduro sobre la producción láctea en ganado lechero. **Agronomía Costarricense**, Puntarenas, v. 22, n.1, p. 43-49, 1998.

DROUZAS, A. E., SCHUBERT, H. Microwave application in vacuum drying of fruits. **Journal of Food Engineering**, Philadelphia-PA, v. 28, p. 203-209, 1996.

EMAGA, T. H. *et al.* Ripening influences banana and plantain peels composition and energy content. **Tropical Animal Health Production**, Philadelphia –PA, v. 43, n. 1, p. 171-177, 2011.

ESSIEN, J. P.; AKPAN, E. J.; ESSIEN, E. P. Studies on mould growth and biomass production using waste banana peel. **Bioresource Technology**, Philadelphia -PA, v. 96, p. 1451–1456, 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Brasília - DF: 2006. 306 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Banana**. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia40/AG01/Abertura.html> e <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/BananaRondonia/importancia.htm>>. Acesso em: 19 jul. 2013.

FADEL, R. *et al.* Avaliação de diferentes proporções de água e de ureia sobre a composição bromatológica de palha de arroz. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia–GO, v. 4, n. 2, p.101-107, 2003.

FERREIRA, A. C. H. *et al.* Avaliação nutricional do subproduto da agroindústria de abacaxi como aditivo de silagem de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa–MG, v. 38, n. 2, p. 223-229, 2009.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras–MG, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FREITAS, A. W. P. *et al.* Consumo de nutrientes e desempenho de ovinos alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar hidrolisada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília - DF, v. 43, n.11, p. 1569-1574, nov. 2008.

GERASSEEV, L. C. *et al.* **Diagnóstico e recomendações técnicas para ovino-caprinocultura no Norte de Minas**. Montes Claros - MG: Instituto de Ciências Agrárias, 2007. 40 p.

GOBETTI, S. T. C. *et al.* Utilização de silagem de grão úmido na dieta de animais ruminantes. **Ambiência Guarapuava**, Cascavel-PR, v. 9 n. 1 p. 225-239, 2013.

**IBGE**-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm>>. Acesso em: 29 de jul. 2013.

JACKSON, M. G. Review article: the alkali treatment of straws. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam-NLD, 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**. Boca Raton: Ed. CRC Press, 1980. p. 40-60.

KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 479 p.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam-NLD, v. 57, p. 347-358, 1996.

LIMA, A. G. B.; NEBRA, S. A.; QUEIROZ, M. R. Aspectos científico e tecnológico da banana. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande-PB, v. 2, n. 1, p. 87-101, 2000.

LOPES, W. B. *et al.* Capim-elefante tratado com compostos alcalinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador-BA, v. 10, n. 3, p. 714-722, 2009.

MACEDO, T. M. *et al.* Degradabilidade da matéria seca e da fração fibrosa da cana de açúcar tratada com óxido de cálcio. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, Salvador-BA, v. 12, n. 2, p. 429-440, 2011.

MACEDO, T. M. **Cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio e submetida a diferentes métodos de pré-secagem**. 2010. 52 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Faculdade de Ciências Agrárias – Universidade Estadual da Bahia, Itapetinga – BA, 2010.

MALAVOLTA, E. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. rev. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo - POTAFOS, 1997. 319 p.

MOHALLEM, R. F. F. *et al.* Hidróxido de cálcio (Ca(OH)<sub>2</sub>) e bactérias heterofermentativas como aditivos em silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e seus efeitos sobre a composição bromatológica e dinâmica fermentativa. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer – Goiânia-GO, v.9, n.16, p. 1243, 2013.

OLOLADE, B. G.; MOWAT, D. N.; SMITH, G. C. digestibility and nitrogen retention of NaOH treated diet. **Journal of Animal Science**, Champaign-IL, v. 37, n. 1, p. 352-358, 1973.

OLIVEIRA, M. D.S. *et al.* Avaliação da cal hidratada como agente hidrolisante de cana-de-açúcar. **Veterinária Notícias**, Uberlândia-MG, v. 14, n. 1, p. 9-17, 2008.

RABELO, C. H. S. *et al.* Composição químico-bromatológica de cana-de-açúcar hidrolisada com cal virgem. **Revista Caatinga**, Mossoró - RN, v. 23, n. 4, p. 135-143, 2010.

RIBEIRO, L. S. O. *et al.* 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**, Salvador-BA, v. 10, n. 3, p. 573-585, 2009.

RUFINO, L. M. A. *et al.* Efeitos da inclusão de torta de macaúba sobre a população de protozoários ruminais de caprinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa-MG, v. 40, n. 4, p. 899-903, 2011.

SANTOS, J. *et al.* Efeito dos tratamentos físicos e químicos no resíduo de lixadeira do algodão. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras–MG, v. 28, n. 4, p. 919-923, 2004.

SAS. **SAS Stat Guide**. Release 8.2.ed. Cary, NC: SAS Institute, 2000. 1028 p.

SNIFFEN, C. J. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Champaign–IL, v. 70, n.7, p. 3562-3577, 1992.

SUNDSTOL, J.; OWEN, E. **Straw and other fibrous by-products as feed**. Amsterdam: Elsevier Press, 1984. 604 p.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2nd. ed. New York: 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**, Champaign–IL, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VITTORI, A. *et al.* Frações de carboidratos de gramíneas tropicais em diferentes idades de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa-MG:SBZ, 2000. p. 569-571.

WACHIRASIRI, P.; JULAKARANGKA, S.; WANLAPA, S. The effects of banana peel preparations on the properties of banana peel dietary fibre concentrate. **Journal of Science and Technology**, Knust-Kumasi - GH, v. 31, n. 6, p. 605-611, 2009.

### **CAPÍTULO III**

#### **DEGRADAÇÃO RUMINAL DE CASCA DA BANANA TRATADA COM DIFERENTES ADITIVOS ALCALINIZANTES**

## RESUMO

MONÇÃO, Flávio Pinto. **Degradação ruminal de casca da banana tratada com diferentes aditivos alcalinizantes**. 2013. Cap. 3, p. 53-88. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.<sup>1</sup>

Objetivou-se avaliar a cinética de degradação da matéria seca e fibra em detergente neutro da casca de banana tratada com cal virgem ou calcário. A casca de banana foi adquirida de uma indústria de doces que após lavagem com água clorada a 1 % e retirada da polpa, era descartada. A casca de banana *in natura* foi tratada com 1, 2, 3 e 4 % de cal virgem ou calcário na matéria natural, homogeneizadas e pré-seca ao sol durante 120 horas. O experimento foi realizado em um delineamento experimental inteiramente ao acaso em esquema fatorial, sendo 4 níveis (1, 2, 3 e 4 %) de inclusão mais a testemunha, 2 aditivos (cal virgem e calcário) e 3 repetições. A degradabilidade potencial (DP) da matéria seca, não apresentou diferença ( $P>0,05$ ) dos níveis em relação à testemunha com média de 65,48 %. A taxa de degradação da fração insolúvel da matéria seca e da fração fibrosa não diferiu ( $P>0,05$ ) entre níveis e a testemunha. Em relação á degradabilidade efetiva (DE) da fibra em detergente neutro, houve incremento de 0,62 e 3.47 % para cada unidade percentual de cal virgem e calcário aumentada. Em relação aos parâmetros da degradação ruminal da matéria seca e da fibra em detergente neutro, recomenda-se a utilização da cal virgem e calcário no nível de 4 % de inclusão na matéria natural.

---

<sup>1</sup> **Comitê de Orientação:** Prof. Sidnei Tavares dos Reis – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Orientador); Prof<sup>a</sup> Eleuza Clarete Junqueira de Sales – Departamento de Ciências Agrárias/UNIMONTES (Coorientador).

## ABSTRACT

MONÇÃO, Flávio Pinto. **Ruminal degradation of banana peel treated with different alkalizing additives**. 2013. Chapter 3, p. 53-88. Dissertation (Master's degree in Animal Science) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba – MG, Brazil.<sup>3</sup>

This study aimed to evaluate the kinetics of degradation of dry matter and neutral detergent fiber of banana peels treated with virgin lime or limestone. The banana peel was gotten from a candy manufacturer that after cleaning with chlorinated water to 1 % and pulp removed was discarded. The *in natura* banana peel was treated with 1, 2, 3 and 4 % virgin lime or limestone in natural matter, homogenized and pre-dry under the sun for 120 hours. The experiment was conducted in a completely randomized design in a factorial scheme, four levels (1, 2, 3 and 4 %) of inclusion plus the control, 2 additives (virgin lime and limestone) and 3 repetitions. The potential degradability (PD) of dry matter did not differ ( $P>0.05$ ) between levels compared to control with mean of 65.48 %. The rate of degradation of the insoluble fraction of dry matter and fiber fraction did not differ ( $P>0.05$ ) between levels and the control. In relation to effective degradability (ED) of neutral detergent fiber, there was an increase of 0.62 % and 3.47 for each percentage unit of virgin lime or limestone increased. In relation to the parameters of ruminal dry matter and neutral detergent fiber, it is recommended the use of lime or limestone in the 4 % level of inclusion in natural matter.

**Keywords:** Evaluation of food, by-products, degradability, calcium oxide, ruminants.

---

<sup>3</sup> **Guidance Committee:** Prof. Dr. Sidnei Tavares dos Reis – Department of Agricultural Sciences/UNIMONTES (Advisor); Prof. D.Sc. Eleuza Clarete Junqueira de Sales – Department of Agricultural Sciences /UNIMONTES (Co-advisor).

## 1. INTRODUÇÃO

A alimentação animal é um dos fatores que mais onera o custo de produção reduzindo a margem de lucro para os produtores. Com isso, coprodutos das agroindústrias têm recebido atenção especial, uma vez que apresentam baixo custo de aquisição. 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; BOSA *et al.*, 2012).

Diversos são os coprodutos gerados na indústria alimentícia, entretanto, destaque é dado para os coprodutos da banana que apresentam potencial para utilização na alimentação animal (OMER, 2009).

O Estado de Minas Gerais é o quinto produtor de banana do Brasil que é o segundo maior produtor mundial. O país tem safra estimada de 7,3 milhões de toneladas por ano. A Bahia, maior produtor, colhe cerca de 1,5 milhão de toneladas da fruta, e São Paulo, logo atrás, produz aproximadamente 1,3 milhão de toneladas (EMBRAPA, 2013). A região Norte de Minas Gerais é a maior produtora de banana do Estado, com produção estimada em cerca 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 do IBGE (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 coproduto industrial anual de cerca de 87,6 mil toneladas.

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.

Nas propriedades rurais é comum utilizar substâncias alcalinizantes com o objetivo de dessecar, conservar, repelir e potencializar alguns alimentos como a cana-de-açúcar e a casca da banana para consumo animal.

Os agentes alcalinos, como a cal virgem (Óxido de cálcio) e o calcário dolomítico, 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 contêm 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), conferem a cristalinidade da celulose, aumentando a digestão desta e da hemicelulose. Consoante 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 à 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.

Nesse sentido, é interessante conhecer o efeito de diferentes aditivos álcalis, 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. Isso 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.*, 2010).

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.*, 2008) e formular dietas que atendam às exigências dos microrganismos ruminais e do hospedeiro, resultando em maior produtividade animal e minimização dos custos da dieta (LOUSADA JÚNIOR *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 de cascas de bananas associadas com diferentes aditivos e em diferentes níveis de inclusão na matéria natural.

## 2. 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. O clima é o tropical megatérmico (Aw), em função da altitude apresenta-se subúmido e semiárido com chuvas irregulares, o que ocasiona longos períodos de seca (KOPPEN, 1948). O solo é classificado como latossolo vermelho-amarelo distrófico – LVAd (EMBRAPA, 2006).

A composição química dos aditivos, cal virgem e calcário dolomítico, pode ser observados na Tabela 1.

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

<b>Constituintes</b>	<b>Cal Virgem</b>	<b>Calcário</b>
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
PRNT (%)	104,45	119,91
Umidade (%)	8,00	8,00

PRNT – Poder Relativo de Neutralização Total.

A casca de banana foi adquirida de uma indústria de doces que após lavagem com água clorada a 1 % e retirada da polpa, era descartada. A casca de banana *in natura* foi tratada com 1, 2, 3 e 4 % de cal virgem ou calcário na matéria natural, homogeneizada e pré-seca ao sol durante 120 horas.

Após perda média de 85 % de umidade, as mesmas foram armazenadas para análises. Posteriormente, parte das amostras foi moída em peneira de crivo de 5 mm de diâmetro destinada à realização do estudo da cinética da degradação ruminal e o restante moído em peneira com crivo de 1mm para análise químico-bromatológica, conforme pode ser observado na Tabela 2.

**TABELA 2.** Composição químico-bromatológica da casca de banana sem e com aditivo em diferentes níveis de inclusão

Variáveis	Aditivos	TEST	Nível de Inclusão (% Matéria Natural)				CV
			1	2	3	4	
MS	Cal	78,75	79,54	79,54	79,77	79,89	0,27
	Calcário		78,71	79,05	79,23	78,19	
PB	Cal	9,13	8,48	8,59	6,33	6,05	7,15
	Calcário		8,22	7,96	7,63	7,27	
FDNcp	Cal	50,15	50,51	52,09	50,19	48,88	5,87
	Calcário		51,43	50,97	50,26	49,83	
FDAcp	Cal	28,67	28,90	25,38	24,03	20,26	11,13
	Calcário		29,53	20,92	20,21	10,18	
LIG	Cal	10,77	14,21	12,73	12,04	4,41	5,33
	Calcário		13,33	10,59	11,03	8,50	
CT	Cal	72,93	63,28	58,00	60,24	60,96	1,42
	Calcário		67,57	60,90	57,32	56,43	
CNF	Cal	15,66	14,34	9,77	12,48	12,28	7,86
	Calcário		15,47	11,84	8,87	9,13	

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

Foram utilizados dois novilhos mestiços, fistulados no rúmen e com peso médio de 450 kg para realização das análises de degradabilidade *in situ*. Os animais foram confinados na Fazenda Experimental do Departamento de

Ciências Agrárias da UNIMONTES, onde receberam 2,0 kg de concentrado/cabeça/dia, divididos em duas porções iguais, pela manhã e à tarde. Além do concentrado, os novilhos receberam volumoso à base de casca de banana.

Foi utilizada a técnica da degradabilidade *in situ* através do uso de sacos de tecido não tecido (TNT), medindo 7,5 x 7,5 cm, com porosidade aproximada de 50µm, fechados a quente em máquina seladora conforme Casali *et al.* (2008) incubados no rúmen. Primeiramente, os sacos foram colocados em estufas a 105 °C por 12 horas, retirados e colocados em dessecador até resfriarem, sendo então pesados.

Posteriormente, as amostras foram colocadas nos sacos, em quantidades de MS suficientes para manter a relação proposta por Nocek (1988), em torno de 20 mg de MS/cm<sup>2</sup> de área superficial do saco. Em seguida os sacos foram fechados e colocados em estufa a uma temperatura de 105 °C durante 12 horas, e depositados em dessecador para resfriarem e serem novamente pesados.

Os sacos foram então colocados em sacolas de filó, medindo 20 x 30 cm, juntamente com pesos de chumbo de 100 g. As sacolas foram amarradas com um fio de náilon, deixando um comprimento livre de 1 m para que elas tivessem livre movimentação nas fases sólidas e líquidas do rúmen. A sacola foi então depositada na região do saco ventral do rúmen por 0; 3; 6; 12; 24; 36; 56; 72; 96 e 120 horas, permanecendo a extremidade do fio de náilon amarrado à cânula. As amostras foram incubadas no rúmen, na sequência dos maiores para os menores tempos. Foram confeccionados 3 sacos/amostra/animal/tempo, perfazendo um total de 432 sacos.

Após o período de incubação, as sacolas de filó contendo as amostras foram retiradas do rúmen, e imediatamente lavadas em água com gelo, para cessar a atividade microbiana, e posteriormente lavadas em água corrente até que esta estivesse límpida e sem material suspenso e colocadas em estufa de

ventilação forçada a 55 °C até manter o peso constante, resfriadas em dessecador e pesadas.

Os sacos referentes ao tempo zero, para determinar a fração prontamente solúvel, foram introduzidos na massa ruminal e imediatamente retirados, recebendo, então, o mesmo tratamento destinado aos demais tempos.

Os alimentos e os resíduos remanescentes nos sacos de TNT foram analisados quanto aos teores de matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN). A porcentagem de degradação da MS foi calculada pela proporção de alimentos remanescentes nos sacos após a incubação ruminal. A FDN foi analisada segundo os métodos propostos por Van Soest *et al.* (1991).

Os dados obtidos foram ajustados para uma regressão não linear pelo método de Gauss-Newton (NETER, 1985), por meio do *software* SAS (SAS Institute, 2000), conforme a equação proposta por Orskov 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.

Assumiu-se taxa de passagem de partículas (Kp) no rúmen estimadas em 5 % h<sup>-1</sup>, conforme sugerido pelo AFRC (1993).

A degradabilidade da FDN foi estimada empregando-se o modelo de Mertens e Loften (1980):  $R_t = B \times (1 - e^{-ct}) + I$ , em que R<sub>t</sub> = fração degradada no

tempo  $t$ ;  $B$ =fração insolúvel potencialmente degradável e  $I$  = fração indegradável. 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:  $B_p = B/(B+I) \times 100$ , em que:  $B_p$  = fração potencialmente degradável padronizada (%);  $I_p$ = fração indegradável padronizada (%);  $B$ =fração insolúvel potencialmente degradável. No cálculo da degradabilidade efetiva da FDN, adotou-se o modelo:  $DE = B_p \times c/(c+k_p)$ , em que  $B_p$  é a fração potencialmente degradável (%) padronizada.

O experimento foi realizado em um delineamento experimental inteiramente ao acaso em esquema fatorial, sendo 4 níveis (1, 2, 3 e 4 %) de inclusão mais a testemunha, 2 aditivos (cal virgem e calcário) e 3 repetições.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando o teste de “F” foi significativo, os níveis de inclusão de cal virgem e de 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 de “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, conforme o modelo seguinte:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + A_j + T_iA_j + e_{ijk}$$

Em que:

$Y_{ijk}$ = Observação referente ao tratamento  $i$ , na repetição  $j$ ;

$\mu$  =Média geral;

$T_i$ = Efeito do tratamento  $i$ , com  $i=1, 2, 3, 4 + 1$ ;

$A_j$ = Efeito do aditivo  $j$ , com  $j= 1$  e  $2$ ;

$T_iA_j$ = Efeito da interação tratamento x aditivo;

$e_{ijk}$ =O erro experimental associado aos valores observados ( $Y_{ijk}$ ) que por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Degradabilidade ruminal da matéria seca (MS)

Houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para a fração prontamente solúvel “fração a” da matéria seca (MS), entre a casca de banana (CB) tratada com aditivos em relação à testemunha, sendo esta, 9,51; 12,72 e 13,96 % superior a CB com 1; 2; e 3 % de inclusão de cal virgem na matéria natural (MN), respectivamente e 6,44 % inferior a CB com 4 % de cal. Para o calcário, as médias foram inferiores à testemunha, sendo no nível de 3 % observada a menor média.

**TABELA 3.** Fração prontamente solúvel “fração a” da matéria seca da casca de banana tratada com diferentes níveis de cal virgem e/ou calcário.

Nível (%)	Aditivos	
	Cal Virgem	Calcário
1	* 39,46 B	* 42,27 A
2	* 38,06 B	* 41,69 A
3	* 37,52 A	* 35,17 B
4	* 46,42 A	* 38,85 B
Testemunha	43,61	
CV (%)	0,77	

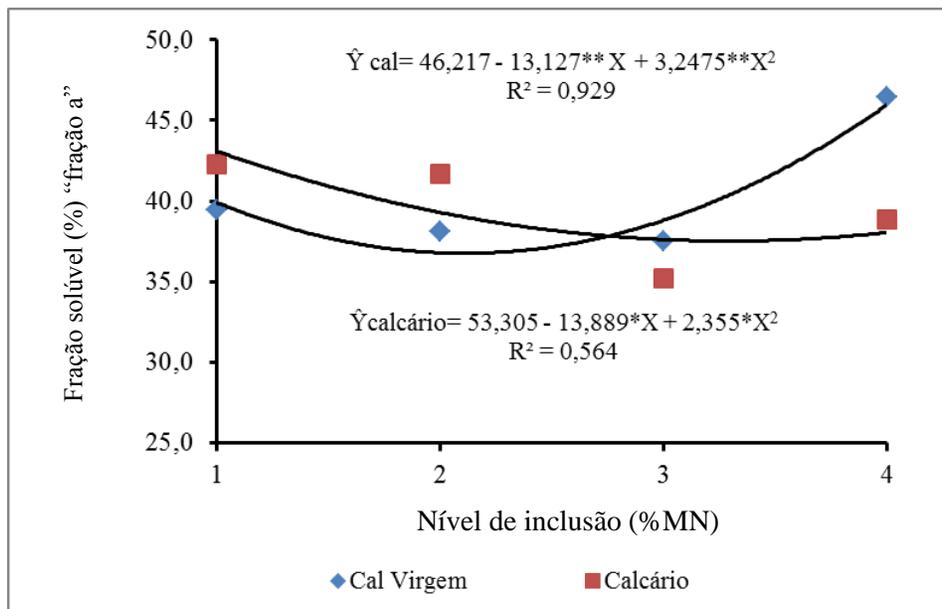
Médias seguidas de \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ). Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de F ( $P < 0,05$ ). MN- Matéria Natural; CV- Coeficiente de Variação.

Em relação aos aditivos, a inclusão de 1 e 2 % de calcário resultou em maior teor de fração “a” em relação à cal virgem, no entanto, foi observado que nos níveis de inclusão de 3 e 4 % ocorreu redução da fração solúvel do calcário.

A média geral da fração prontamente solúvel da MS da CB foi de 40,33 %. Omer (2009) avaliou a degradabilidade ruminal de bioprodutos da banana,

dentre esses a casca da banana apresentou 48,71 % de fração prontamente solúvel que confirma os resultados desta pesquisa. Gerassev *et al.* (2011) avaliaram farelo da casca de pequi e registraram 48,16 % de fração “a”, valor superior ao obtido nesta pesquisa possivelmente em virtude das diferenças de substratos e principalmente os teores de FDN, FDA e lignina desses alimentos. A maior proporção de componentes da parede celular (FDN, FDA e lignina) implica menor quantidade de componentes do conteúdo celular, como os carboidratos solúveis em água, representado pela fração solúvel “a”.

Foi observado comportamento quadrático para CB com o incremento de cal e de calcário na MN, sendo que, os níveis que minimizaram os valores de fração “a” foram de 2,02 e 2,95 %, respectivamente (FIGURA 1). A redução da fração “a” com o incremento de cal virgem ou de calcário até 3 % pode estar relacionado com a fermentação ocorrida em função do aumento da temperatura do material nas 24 primeiras horas de pré-secagem devido à reação da cal virgem com a água, provocando perdas de açúcares. Entretanto, essas perdas não foram verificadas quando o nível tanto de cal virgem quanto de calcário foi de 4 % da MN, em que foram observadas possíveis alterações ocorridas nas ligações dos carboidratos fibrosos e solubilização da lignina (TABELA 2) o que pode ter contribuído para menor fermentação do material e menor perda de carboidratos solúveis.



**FIGURA 1.** Fração prontamente solúvel “fração a” da matéria seca da casca de banana tratada com diferentes níveis de cal virgem e/ou calcário.

Conforme Van Soest (1994), algumas ligações que ocorrem durante a formação da parede celular são susceptíveis à ação de agentes alcalinizantes como a cal virgem e o calcário. 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.

Durante a formação da parede celular dos vegetais, as ligações tipo éster que ocorrem entre os açúcares presentes nas cadeias ramificadas da hemicelulose e da pectina e os ácidos precursores da lignina, principalmente o ácido ferúlico e p-cumárico, são hidrolisados por uma reação de saponificação (SANTOS, 2007). Após a reação, ocorre a quebra desse complexo com posterior liberação de hemicelulose, pectina e dos ácidos ferúlico e p-cumárico

(DOMINGUES, 2009). Da mesma forma, as ligações cruzadas entre a lignina e os polissacarídeos da parede celular também são hidrolisadas resultando na liberação do carboidrato livre da lignina (SANTOS, 2007).

Houve diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) para a fração insolúvel “fração b” entre níveis e a testemunha apenas quando se utilizaram 3 % de inclusão de calcário (TABELA 4) sendo esta 47,37 % superior.

**TABELA 4.** Teor de fração insolúvel, mas potencialmente degradável “fração b” da matéria seca (MS) da casca de banana tratada com diferentes níveis de cal virgem e/ou calcário.

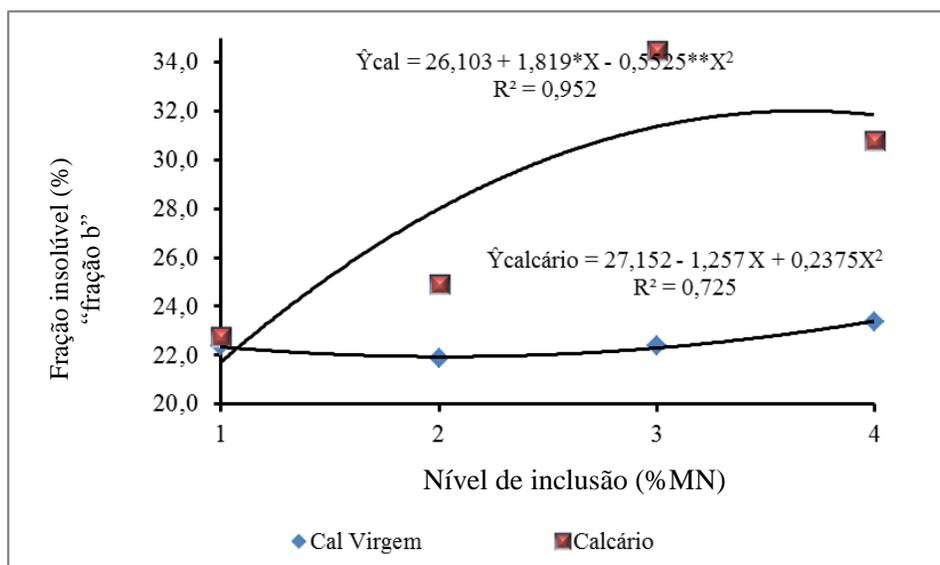
Nível (%)	Aditivos	
	Cal Virgem	Calcário
1	22,36 A	22,77 A
2	21,85 A	24,88 A
3	22,37 B	* 34,47 A
4	23,36 B	30,80 A
Testemunha	23,39	
CV (%)	10,31	

Médias seguidas de \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ). Média seguida de mesma letra maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de F ( $P < 0,05$ ). MN- Matéria Natural; CV- Coeficiente de Variação.

Em relação aos aditivos, constatou-se diferença ( $P < 0,05$ ) apenas nos níveis de 3 e 4 % onde as médias do calcário foi 54,09 e 31,84 % superior à média da cal virgem, respectivamente. Esses resultados possivelmente estão relacionados à concentração dos constituintes de cada aditivo (TABELA 1), necessitando de mais pesquisas sobre as reações e variações dessas duas fontes de cálcio na disponibilidade de nutrientes dos alimentos.

Moraes *et al.* (2005) avaliaram a degradação ruminal de coprodutos agroindustriais, dentre esses, coprodutos da banana, e encontraram valores de fração “b” de 39,93 %, sendo este valor 32,83 % superior ao obtido para a testemunha (23,39 %). Isso ocorreu possivelmente devido a variações edafoclimáticas e genéticas que favorecem nas oscilações dos teores de nutrientes nas células dos vegetais.

O incremento dos níveis de cal virgem e de calcário proporcionou comportamento quadrático da fração “b”, onde, o nível que maximizou e o que minimizou foi de 1,64 e 2,64 % (FIGURA 2), respectivamente.



**FIGURA 2.** Teor de fração insolúvel “fração b” da matéria seca da casca de banana Fração prontamente solúvel “fração a” da matéria seca da casca de banana tratada com diferentes níveis de cal virgem e/ou calcário.

A fração “b” representa a degradação dos carboidratos estruturais presentes na parede celular e que apresenta lenta degradação pela microbiota ruminal. A lenta degradação se deve principalmente ao arranjo estrutural dos carboidratos como a celulose e a hemicelulose com a lignina. Esta ligação da lignina com os carboidratos estruturais da parede celular, principalmente hemicelulose, que é covalente do tipo éster (JUNG e ALLEN, 1995), impede que esta fração seja nutricionalmente uniforme (VAN SOEST, 1967).

A taxa de degradação da fração “b” não diferiu ( $P > 0,05$ ) entre níveis e a testemunha com média de passagem do alimento de 2,22 %/h (TABELA 5). Possivelmente os efeitos dos níveis não influenciaram a taxa de passagem.

**TABELA 5.** Taxa de degradação da fração insolúvel “fração b”, mas potencialmente degradável da matéria seca da casca de banana tratada com diferentes níveis de cal virgem e/ou calcário.

Nível (%)	Aditivos	
	Cal Virgem	Calcário
1	0,0279 A	0,0185 A
2	0,0291 A	0,0216 A
3	0,0289 A	0,0246 A
4	0,0237 A	0,0112 A
Testemunha	0,0147	
CV (%)	21,9	

Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de F ( $P < 0,05$ ). MN- Matéria Natural; CV- Coeficiente de Variação.

Segundo Oliveira *et al.* (2007), o efeito de desestruturação da hemicelulose e da celulose, teoricamente oferecia aos microrganismos maior área de exposição da fração fibrosa, conseqüentemente, aumentava o grau de utilização das diferentes frações de fibra e aumento da taxa de degradação. Entretanto, a média observada (2,22 %/h) está dentro do preconizado por Sampaio (1988), que encontrou taxa de degradação da MS de 2 a 6 %/h para alimentos vegetais de boa qualidade.

Em relação à degradabilidade potencial (DP), não houve diferença ( $P > 0,05$ ) dos níveis em relação à testemunha com média de 65,48 %. Esses resultados são explicados possivelmente pelas baixas reações e teores de óxidos de cálcio utilizados (TABELA 6).

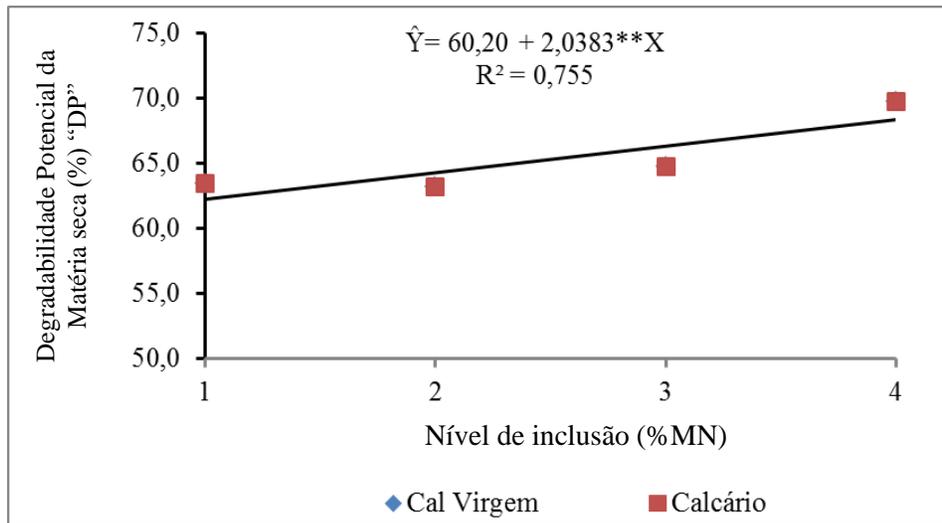
Houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os aditivos, com maiores médias de DP para o calcário nos níveis de 2 e 3 % em relação à cal virgem.

**TABELA 6.** Valores da degradabilidade potencial (DP) da matéria seca da casca de banana tratada com diferentes níveis de cal virgem e/ou calcário.

Nível (%)	Aditivos	
	Cal Virgem	Calcário
1	61,83 A	65,04 A
2	59,91 B	66,58 A
3	59,90 B	69,65 A
4	69,79 A	69,65 A
Testemunha	67,01	
CV (%)	3,95	

Médias seguidas de \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ). Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de F ( $P < 0,05$ ). MN- Matéria Natural; CV- Coeficiente de Variação.

Não houve interação significativa ( $P > 0,05$ ) entre níveis x aditivos; assim, foi estabelecida uma única equação de regressão que, em função da tendência das médias e do coeficiente de determinação, ajustou-se ao modelo linear crescente de regressão com o aumento dos níveis de inclusão na MN (FIGURA 3). Para cada 1 % de aditivo adicionado na MN, houve incremento de 2,03 % no teor de DP, enquanto Macedo *et al.* (2011) observaram incrementos de 4,88 % em cana-de-açúcar tratada com cal virgem. Essas variações de resultados podem ser atribuídas às alterações químicas do material, uma vez que os componentes da parede celular (lignina, carboidratos totais e celulose) obtiveram reduções lineares. Como a lignina é um componente que se correlaciona negativamente com a degradabilidade, a redução deste componente na CB tratada com cal virgem ou com calcário pode reforçar este aumento da DP.



**FIGURA 3.** Valores da degradabilidade potencial (DP) da matéria seca da casca de banana tratada com diferentes níveis de cal virgem e/ou calcário.

Em relação à degradabilidade efetiva (DE), houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os níveis de cal e de calcário em relação à testemunha que foi inferior 10,19 % apenas no nível de 4 % de inclusão de cal virgem (TABELA 7).

**TABELA 7.** Valores da degradabilidade efetiva (DE) da matéria seca da casca de banana tratada com diferentes níveis de cal virgem e/ou calcário.

Nível (%)	Aditivos	
	Cal Virgem	Calcário
1	47,44 B	48,42 A
2	* 46,10 B	48,93 A
3	* 45,69 A	* 44,86 B
4	* 53,94 A	* 44,48 B
Testemunha	48,95	
CV (%)	0,64	

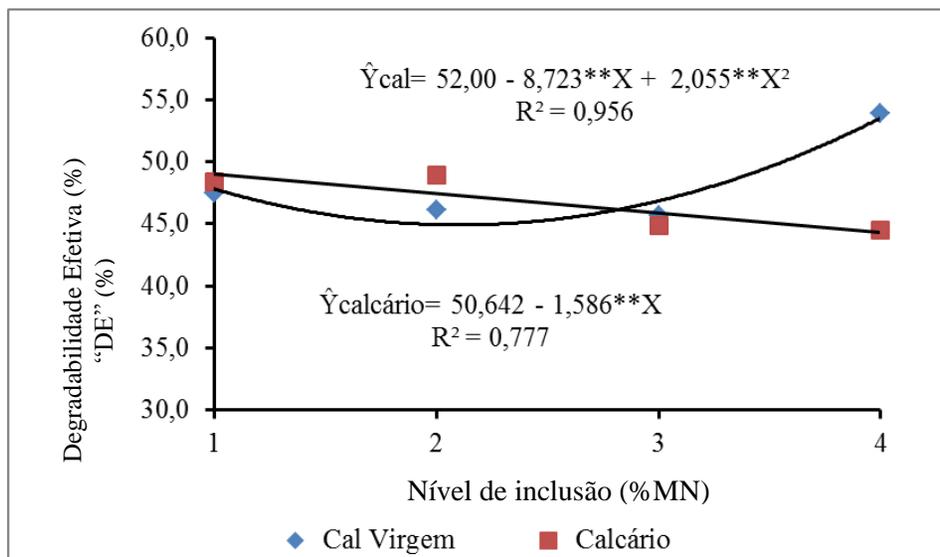
Médias seguidas de \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ). Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas na linha, não diferem entre si, pelo teste de F ( $P < 0,05$ ). MN- Matéria Natural; CV- Coeficiente de Variação.

Entretanto, Oliveira *et al.*, (2008) salientam que a ação da cal virgem e/ou calcário depende de vários fatores, principalmente, dos teores de óxido de cálcio e de óxido de magnésio. Dependendo da origem da rocha, estes teores de óxido de cálcio e magnésio poderão apresentar variações acentuadas e significativas, o que irá influir diretamente sobre o poder hidrolisante da cal, o que justifica os resultados observados nesta pesquisa para a DE, cujos teores de óxido de cálcio foram baixos.

Quando se compara a ação das duas fontes de óxido de cálcio (cal virgem e calcário), observa-se que nos níveis 1 e 2 % avaliados, as maiores médias foram obtidas para o calcário, e nos maiores níveis (3 e 4 %) os resultados são inversos.

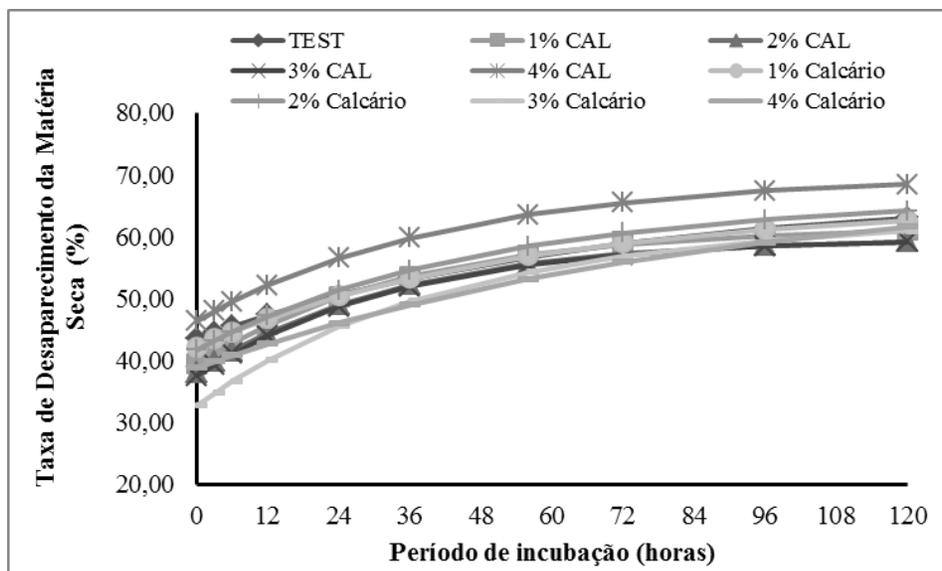
O incremento dos níveis ajustou-se ao modelo quadrático ( $P < 0,05$ ) e linear decrescente de regressão para cal virgem e para calcário, respectivamente (FIGURA 4). O nível de cal que minimizou o teor de DE foi de 2,12 %. Para o calcário houve redução de 1,58 % da DE para cada unidade percentual aumentada. Macedo *et al.* (2011) trabalharam com cana-de-açúcar tratada com

níveis (1; 2 e 3 %) de cal virgem, encontraram comportamento linear crescente, ou seja, contrário ao observado nesta pesquisa, demonstrando, dessa forma, a ação do óxido de cálcio sobre os componentes da parede celular e aumentando a DE.



**FIGURA 5.** Valores da degradabilidade efetiva (DE) da matéria seca da casca de banana tratada com diferentes níveis de cal virgem e/ou calcário.

Ao analisar o comportamento da taxa de desaparecimento da MS da CB associada com os diferentes aditivos em função dos períodos de incubação e a testemunha, verificaram-se melhores resultados para CB com 4 % de cal em todos os períodos de incubação (FIGURA 6). As menores médias foram observadas para o nível de 3 % de calcário até 24 horas de incubação.



**FIGURA 6.** Degradabilidade ruminal da matéria seca (MS) da casca de banana associada com diferentes aditivos em função do período de incubação no rúmen de novilhos mestiços.

Assumindo-se que a retenção de alimentos volumosos no rúmen é em média de 48 horas, quanto maior a degradação até esse período, melhor é a qualidade fermentativa do alimento. Considerando essa premissa, pode-se observar que nas primeiras 48 horas de fermentação, a degradabilidade de todos os tratamentos apresentaram bons resultados de degradação ruminal, caracterizando altos valores de fração prontamente solúvel, quando se observa o tempo zero. Nos tempos de incubação avaliados não houve estabilização da taxa de desaparecimento sendo recomendados novos estudos analisando tempos acima de 120 horas.

### 3.2 Degradabilidade ruminal da fibra em detergente neutro (FDN)

A degradabilidade potencial da FDN representada pela fração insolúvel potencialmente degradável padronizada (Bp) variou de 60,56 a 68,40 %, para a testemunha e para a CB com 2 % de cal virgem (TABELA 8), respectivamente. Esses valores estão acima dos encontrados por Macedo *et al.* (2011) que avaliaram a cinética ruminal de cana sem aditivo e tratada com cal virgem ao nível de 3 % e encontraram valores de 44,50 e 59,7 %, respectivamente. Essa variação de resultados provavelmente está relacionada com o arranjo estrutural dos componentes da parede celular dificultando a ação da microbiota ruminal.

**TABELA 8.** Valores da fração insolúvel padronizada (Bp) da fração fibrosa da casca de banana associada com níveis crescentes de cal virgem e/ou calcário.

Nível (% MN)	Aditivos	
	Cal Virgem	Calcário
1	58,63 A	* 55,05 A
2	* 68,40 A	60,14 A
3	* 53,98 A	60,80 A
4	60,26 A	* 67,91 A
Testemunha	60,56	
<b>CV (%)</b>	<b>1,73</b>	

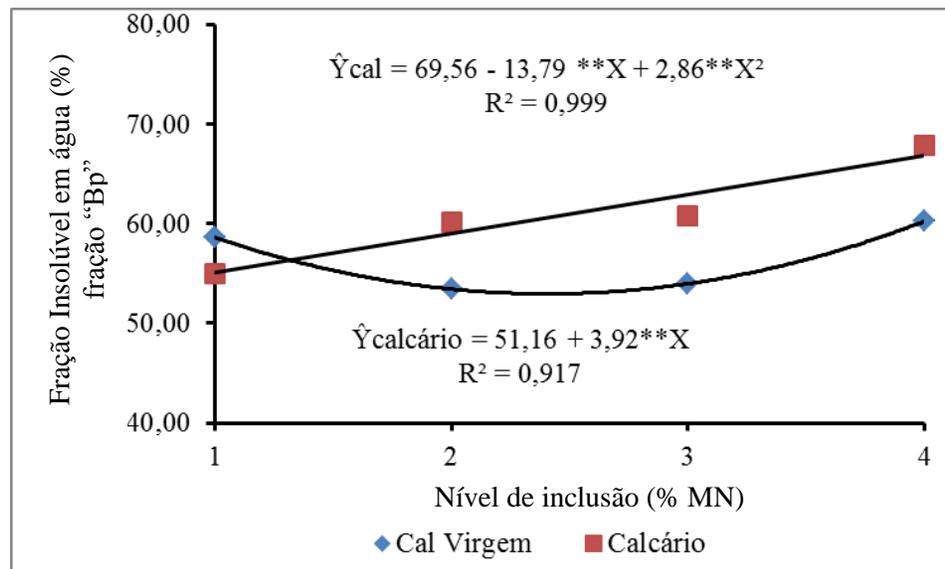
Médias seguidas de \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ). Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de F ( $P < 0,05$ ). MN - Matéria Natural; CV - Coeficiente de Variação.

Houve diferença ( $P < 0,05$ ) entre os níveis e a testemunha sendo observados melhores resultados no nível de 2 e 4 % de cal virgem ou de calcário, respectivamente, sendo as médias 11,46 e 10,82 % superiores à média da testemunha.

Com relação aos aditivos, não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os níveis de cal virgem ou de calcário. Romão *et al.* (2013) avaliaram a degradabilidade ruminal da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio (cal

virgem) e encontraram teores de fração Bb de 49,10 % com 4,5 % de cal virgem. Esse resultado é inferior ao da presente pesquisa que foi de 60,26 % quando se trabalhou com 4 % de cal virgem na matéria natural. Os maiores valores observados em relação aos obtidos por Romão *et al.* (2013) podem ser explicados pelas porcentagens mais altas de carboidratos totais observadas para o mesmo nível.

Houve interação ( $P < 0,05$ ) entre níveis x aditivo, sendo constatados comportamentos quadrático e linear crescente de regressão para a cal virgem e para o calcário, respectivamente (FIGURA 7). Para a cal virgem, o nível que minimizou a Bp foi de 2,39 %. Para o calcário, houve um incremento na Bp de 18,93 % do menor para o maior nível de inclusão, sendo que para cada 1 % de inclusão de calcário houve aumento de 3,92 % do teor de Bp (FIGURA 9), respectivamente.



**FIGURA 7.** Teores da fração insolúvel potencialmente degradável padronizada (Bp) da fibra em detergente neutro da casca de banana associada com níveis crescentes de cal virgem e/ou calcário.

A taxa de degradação da fração Bp não teve efeito significativo ( $P>0,05$ ) entre os níveis em relação à testemunha com média de 2,8 %/h (TABELA 9). Carvalho *et al.* (2009) constataram taxa de degradação do milho, farelo de soja, torta de dendê e farelo de cacau de 6,30; 4,20; 3,90 e 2,60 %/h, respectivamente. Neste sentido, a taxa de degradação encontrada para a CB testemunha (3,27 %/h) está próxima da obtida para o farelo de soja conforme Carvalho *et al.* (2009), permitindo inferir que os componentes da parede celular apresentaram baixa resistência à degradação.

**TABELA 9.** Taxa de degradação da fração insolúvel potencialmente degradável “c” da fibra em detergente neutro da casca de banana associada com níveis crescente de cal virgem e/ou calcário.

Nível (% MN)	Aditivos	
	Cal Virgem	Calcário
1	0,0273 A	0,0183 A
2	0,0309 A	0,0199 A
3	0,0338 A	0,0329 A
4	0,0293 A	0,0274 A
Testemunha	0,0327	
CV (%)	7,74	

Médias seguidas de \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett ( $P<0,05$ ). Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de F ( $P<0,05$ ). MN- Matéria Natural; CV- Coeficiente de Variação.

Segundo Jung (1989), a taxa e a extensão da degradação microbiana da fração insolúvel da fração fibrosa são dependentes principalmente do teor de lignina e do seu grau de interação com os outros componentes da parede celular (TABELA 1). Contudo, a degradabilidade 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 reduziram com incremento dos níveis de cal virgem e calcário favorecendo a degradabilidade efetiva (DE) da CB.

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 à menor taxa de degradação, limitando o consumo pelo enchimento ruminal. Nesta pesquisa, a ação da cal virgem ou do calcário não promoveu alteração nos teores de FDN, entretanto, as médias ficaram abaixo da preconizada por Van Soest (1994) permitindo inferir que o teor de FDN da CB não limita o consumo pelo enchimento ruminal. Da mesma forma, Mertens (1997) relatou que o consumo de alimento está correlacionado negativamente com o teor de FDN da dieta, pois quanto menos degradável a fibra, mais tempo a forragem permanece no rúmen e, conseqüentemente, mais o enchimento limita a ingestão de volumosos. Evidentemente, o efeito associativo dos alimentos pode melhorar a taxa de passagem da fibra de baixa qualidade e, com isso, provocar aumento no consumo de matéria seca de volumosos com elevado teor de fibra, mas esse procedimento deve ser utilizado com restrições e somente para casos economicamente viáveis.

No tocante, a DE da FDN de CB suplementada com cal virgem ou com calcário diferiu ( $P < 0,05$ ) da testemunha apenas no nível de 1 % de calcário, sendo a média 38,84 % inferior à testemunha (TABELA 10). Campos *et al.* (2011) trabalharam com cana-de-açúcar tratada com níveis (0,5; 1,0 e 2 %) de cal virgem e não encontraram diferença em relação à testemunha. Nesta pesquisa, possivelmente os teores de lignina e FDA (TABELA 1) verificados para o nível de 1 % de calcário pode ter interferido na taxa de degradação da fração fibrosa da CB (TABELA 9) reduzindo a DE.

**TABELA 10.** Valores (%) obtidos para a degradabilidade efetiva (DE) da fração fibrosa da casca de banana associada com níveis crescentes de cal virgem e/ou calcário.

Nível (% MN)	Aditivos	
	Cal Virgem	Calcário
1	20,63 A	* 14,58 B
2	21,19 A	17,03 B
3	21,77 A	24,03 A
4	22,25 A	23,84 A
Testemunha	23,67	
<b>CV (%)</b>	<b>10,09</b>	

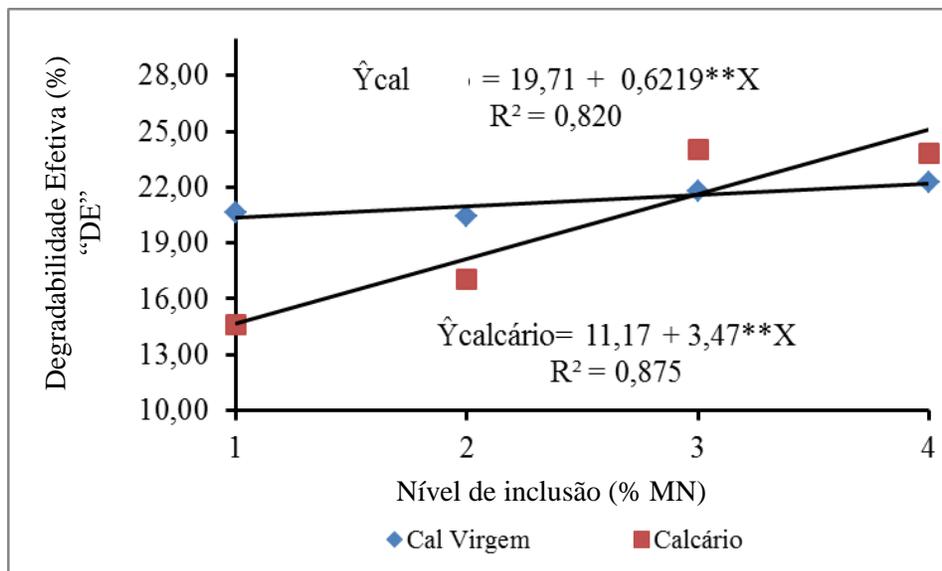
Médias seguidas de \* diferem da testemunha pelo teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ). Médias seguidas de mesmas letras, maiúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste de F ( $P < 0,05$ ). MN- Matéria Natural; CV- Coeficiente de Variação.

Em comparação aos aditivos, houve diferença ( $P < 0,05$ ) apenas nos níveis de 1 e 2 %, sendo a DE da CB tratada com cal virgem superior em 29,32 e 19,63 % à CB tratada com calcário, respectivamente. A baixa solubilidade do calcário com água pode ter favorecido na redução da DE em função da menor hidrólise dos componentes da parede celular do material nestes níveis ( 1 e 2 %) em relação à cal virgem.

Figueiredo *et al.* (2008), ao determinarem a cinética de degradação ruminal da matéria seca da casca de café, tratada com 3, 6, e 9 % de hidróxido de sódio (base na matéria seca) e sem aditivo, verificaram aumento na degradação ruminal da casca de café ao utilizar 9 % de hidróxido de sódio.

Houve interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre níveis x aditivos, sendo observado comportamento linear crescente da DE quando se incrementaram os níveis de cal virgem ou de calcário (FIGURA 8). Para cada 1 % de cal virgem ou calcário adicionado na MN, houve incremento de 0,62 e 3.47 % da DE. A

variação observada entre o menor e o maior nível de cal virgem e de calcário foi de 7,28 e 38,84 %.

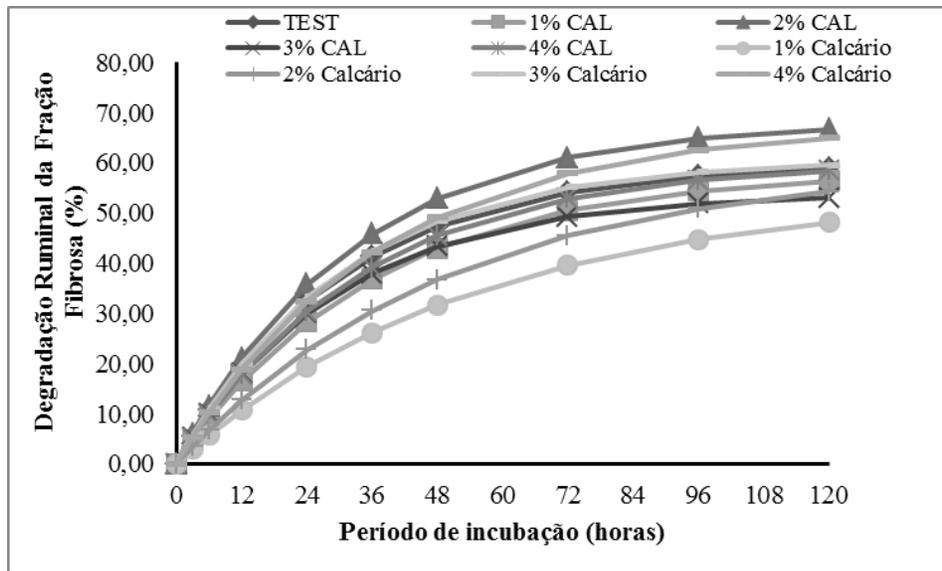


**FIGURA 8.** Valores (%) obtidos para a degradabilidade efetiva (DE) da fração fibrosa da casca de banana associada com níveis crescentes de cal virgem e/ou calcário.

Comportamento semelhante ao desta pesquisa foi observado por Figueiredo *et al.* (2008) que avaliaram a cinética de degradação ruminal da matéria seca da casca de café, tratada com 3, 6, e 9 % de hidróxido de sódio (base na matéria seca) e sem aditivo, verificaram aumento de 1,68 % na degradação efetiva da casca de café para cada 1 % de hidróxido de sódio aumentado.

As curvas da taxa de desaparecimento da FDN da CB com aditivos e da testemunha podem ser observadas na Figura 9. Observa-se que até 24 horas de incubação, as médias da taxa de desaparecimento variaram entre 10 e 20 %. A

medida que aumentou o tempo de incubação, a taxa de desaparecimento aumentou, não sendo observada estabilização nos tempos avaliados.



**FIGURA 9.** Degradabilidade ruminal da fibra em detergente neutro (FDN) de cascas de banana associada com diferentes aditivos em função do período de incubação no rúmen de novilhos mestiços.

Os resultados verificados para a CB tratada com cal virgem ou com calcário podem ser atribuídos à ação de hidrólise do óxido de cálcio sobre as ligações ésteres entre ácidos fenólicos e glicídios da parede celular (RIBEIRO *et al.* 2009). Pode-se inferir que a expressiva degradação da FDN está relacionada à solubilização dos constituintes da parede celular da CB após ser tratada com cal virgem ou com calcário, principalmente, pela redução parcial dos teores de lignina e FDA.

### **3. CONCLUSÃO**

Em relação aos parâmetros da degradação ruminal da matéria seca e da fibra em detergente neutro, recomenda-se a utilização da cal virgem ou do calcário no nível de 4 % de inclusão na matéria natural.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: CAB International, 1993. 159 p.

BOSA, R. *et al.* Consumo e digestibilidade aparente de dietas com diferentes níveis de inclusão de torta de coco para alimentação de ovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá-PR, v. 34, n. 1, p. 57-62, 2012.

CALDERÓN, F. M.; SHIMADA, A. S. Efecto de la adición de NaOH (Hidróxido de Sódio) al ensilaje de cana de azucar, en el comportamiento de toretes cebú. **Técnica Pecuária en México**, Yucatán-MEX, v. 38, p. 29-30, 1980.

CAMPOS, M. M. *et al.* 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**, Belo Horizonte-MG, v. 63, n. 6, p. 1487-1492, 2011.

CASALI, A. O. *et al.* 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**, Viçosa-MG, v. 37, n. 2, p. 335-342, 2008.

DOMINGUES, F. N. **Cana-de-açúcar hidrolisada com doses crescentes de cal virgem e tempos de exposição ao ar para a alimentação de bovinos**. 2009. 108 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal – SP, 2009.

EMAGA, T. H. *et al.* Ripening influences banana and plantain peels composition and energy content. **Tropical Animal Health Production**, Philadelphia-PA, v. 43, n.1, p.171-177, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Brasília – DF: Produção de Informação, 2006. 306 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Banana**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia40/AG01/Abertura.html> e <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/BananaRondonia/importancia.htm>. Acesso em: 29 jul. 2013.

ESSIEN, J. P.; AKPAN, E. J.; ESSIEN, E. P. Studies on mould growth and biomass production using waste banana peel. **Bioresource Technology**, Philadelphia-PA, v. 96, p.1451–1456, 2005.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras–MG, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GALATI, R. L. **Co-Produtos do milho, soja e girassol, para bovinos de corte**. 2004. 168 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

GERASEEV, L. C. *et al.* Cinética da degradação ruminal de dietas contendo farelo de casca de pequi. **Ciência Rural**, Santa Maria–RS, v. 41, n. 9, p. 1626-1631, 2011.

GOES, R. H. T. B. *et al.* Degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta de diferentes subprodutos agroindustriais utilizados na alimentação de bovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador–BA, v. 9, n. 3, p. 715-725, 2008.

HURREL, R. F., FINOT, R. A. Effect of food processing on protein digestibility and amino acid availability. In: FINLEY, J. W., HOPKINS, D. T. (Eds.) **Digestibility and amino acid availability in cereals and oilseeds**. St. Paul, Minn: American association of Cereal Chemists, 1985. p. 233-258.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola – LSPA. 2013**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 19 jul. 2013.

- JACKSON, M. G. The alkali treatments of straws. **Animal Feed and Technology**, Philadelphia-PA, v. 2, n. 2, p. 105-130, 1977.
- JUNG, H. G. Forage lignins and their effect on fiber digestibility. **Agronomy Journal**, Madison-WI, v. 81, p. 33-38, 1989.
- JUNG, H. G., ALLEN, M. S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign-IL, v. 73, n. 3 p. 2774-2790, 1995.
- JUNG, H. G., DEETZ, D. A. Cell wall lignification and degradability. In: JUNG, H. G. (Ed.) **Forage cell wall structure and digestibility**. Madison: American Society of Agronomy, 1993. p. 315-346.
- KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 479 p.
- KLOPFENSTEIN, T. Chemical treatment of crop residues. **Journal of Animal Science**, Champaign-IL, v. 46, n. 3, p. 841-848, 1978.
- LIMA, M. L. M. Uso de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia - GO. **Anais...** SBZ: UFG, 2005. p. 322-329.
- MACEDO, T. M. **Cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio e submetida a diferentes métodos de pré-secagem**. 2010. 52 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual da Bahia, Itapetinga-BA, 2010.
- MACEDO, T. M. *et al.* Degradabilidade da matéria seca e da fração fibrosa da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador-BA, v. 12, n. 2, p. 429-440, 2011.
- MARTINS, A. S. *et al.* 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**, Viçosa-MG, v. 28, n. 5, p. 1109-1117, 1999.

MERTENS, D. R.; LOFTEN, J. R. The effects of starch on forage fiber digestion kinetics *in vitro*. **Journal of Dairy Science**, Champaign – IL, v. 63, p.1437-46, 1980.

MOORAES, S. A. *et al.* Degradabilidade *in situ* da matéria seca de subprodutos da agroindústria do nordeste brasileiro. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia-GO: SBZ, 2005.

NETER, J.; WASSERMAN, W.; KUTNER, M. H. **Linear statistical models: regression, analysis of variance, and experimental designs**. 2. ed. USA: Richard D. Irwin, 1985. 112 p.

NOCEK, J. E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal of Dairy Science**, Champaign-IL, v. 71, n. 8, p. 2051-2069, 1988.

OLIVEIRA, M. D. S. *et al.* Avaliação da cal hidratada como agente hidrolisante de cana-de-açúcar. **Revista Veterinária Notícias**, Uberlândia-MG, v.14, n.1, p. 9-17, 2008.

OLIVEIRA, M. D. S. *et al.* Digestibilidade da cana-de-açúcar hidrolisada, *in natura* e ensilada para bovinos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia-GO, v. 8, n.1, p. 41-50, 2007.

OMER, S. *In situ* dry matter degradation characteristics of banana rejects, leaves, and pseudo stem. **Assiut Veterinary Medicine Journal**, Khartoum North – GOSS, v. 55, n. 120, 2009.

ORSKOV, E. R. Some comments on livestock orientation with emphasis on the Sudan. **Sudan Journal Animal**, Grahamstown- SA, v. 4, n. 2, p. 1-5, 1991.

ORSKOV, E. R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate passage. **Journal of Agriculture Science**, Ottawa – CA, v. 92, n. 2, p. 499, 1979.

RIBEIRO, L. S. O. *et al.* 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**, Salvador–BA, v. 10, n. 3, p. 573-585, 2009.

ROMÃO, C. O. *et al.* Fracionamento de carboidratos e degradabilidade ruminal da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte – MG, v. 65, n. 2, p. 537-546, 2013.

SAMPAIO, I. B. M. **Experimental Designs and Modeling Techniques in the Study of Roughage Degradation in Rumen and Growth of Ruminants**. 1988. 214 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - University of Reading, Reading, 1988.

SANTOS, M. C. **Aditivos químicos para o tratamento de cana-de-açúcar *in natura* e ensilada (*Saccharum officinarum* L.)**. 2007. 113 p. Dissertação (Mestrado Zootecnia) – ESALQ, Piracicaba, SP, 2007.

SAS. **SAS Stat Guide**, Release 8.2.ed. Cary, NC: SAS Institute, 2000. 1028 p.

VAN SOEST, P. J. Development of a comprehensive system of feeds analysis and its applications to forages. **Journal of Animal Science**, Champaign–IL, v. 26, n.1, p.119-128, 1967.

VAN SOEST, P. J. **Nutrition Ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca, NY: Cornell Univ. Press, 1994. 476 p.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Symposium: carbohydrate methodology, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign-IL, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VELOSO, C. M. *et al.* pH e amônia ruminais, relação folhas: hastes e degradabilidade ruminal da fibra de forrageiras tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa – MG, v. 29, n. 3, p. 871-879, 2000.

WALDO, D. R. SMITH, L. W., Model of cellulose disappearance from the rumen. **Journal of Dairy Science**, Champaign–IL, v. 55, p. 125-129, 1972.

ZERVOUDAKIS, J. T. *et al.* Degradabilidade *in situ* da matéria seca e proteína bruta de ingredientes alternativos usados na alimentação de ruminantes. IN:

REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43,  
2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa - PB: SBZ, 2006.