

Tânia Dayana do Carmo

**Consumo e digestibilidade de ovinos alimentados com dietas contendo resíduos da  
bananicultura**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Produção Animal da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Produção Animal

**Área de Concentração:** Produção Animal

**Linha de Pesquisa:** Nutrição e Alimentação Animal

**Orientadora:** DSc. Luciana Castro Geraseev

**Coorientador:** DSc. Eduardo Robson Duarte

Montes Claros

2015

Carmo, Tânia Dayana do.  
C287c  
2015      Consumo e digestibilidade de ovinos alimentados com dietas contendo resíduos da bananicultura/ Tânia Dayana do Carmo. Montes Claros, MG: Instituto de Ciências Agrárias/UFMG, 2015. 62 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Produção Animal) Universidade Federal de Minas Gerais, 2015.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Luciana Castro Geraseev.

Banca examinadora: Vicente Ribeiro Rocha Júnior, Niurca González Ibarra, Fabrício Leonardo Alves Ribeiro, Luciana Castro Geraseev.

1. Ovinocultura – Alimentação. 2. Bananicultura – Alimentação ovinos. I. Geraseev, Luciana Castro. II. Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais. III. Título.

CDU: 636.32

Elaborada pela Biblioteca Comunitária em Ciências Agrárias do ICA/UFMG

Tânia Dayana do Carmo

**Consumo e digestibilidade de ovinos alimentados com dietas contendo resíduos da  
bananicultura**

Dissertação apresentada ao Curso de  
Mestrado em Produção Animal da Universidade  
Federal de Minas Gerais, como requisito parcial  
para a obtenção do título de Mestre em  
Produção Animal

Área de Concentração: Produção Animal

Linha de Pesquisa: Nutrição e Alimentação  
Animal

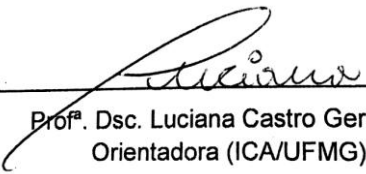
Orientadora: DSc. Luciana Castro Geraseev

Aprovado pela banca examinadora constituída pelos professores:

Prof. DSc. Vicente Ribeiro Rocha Júnior  
(UNIMONTES)

Niurca González Ibarra  
(Investigadora Auxiliar. Instituto de Ciência Animal. Cuba)

Prof. Dsc. Fabrício Leonardo Alves Ribeiro  
(ICA/UMFG)



---

Prof.<sup>a</sup> Dsc. Luciana Castro Geraseev  
Orientadora (ICA/UMFG)

Montes Claros 14 de Setembro de 2015



Aos meus pais Geraldo do Carmo e Maria Antônia, aos  
meus irmãos e a minha orientadora Luciana Geraseev,  
dedico.

## AGRADECIMENTOS

A Deus que foi meu guia e protetor.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo suporte financeiro para realização desta pesquisa e concessão da bolsa de mestrado.

A minha orientadora Prof<sup>a</sup> Luciana Castro Geraseev, excelente profissional e exemplo a ser seguido, que com sua forma única de liderar e ensinar me mostrou que nossos limites podem ser superados pela vontade de melhorar. Obrigada pela paciência, amizade, disponibilidade e por todo o tempo de orientação.

Ao meu coorientador Prof. Eduardo Robson Duarte pela amizade, por todas as sugestões e críticas para o enriquecimento deste trabalho.

Ao Prof. Fabrício Leonardo Alves Ribeiro por todas as sugestões e principalmente pelo auxílio estatístico.

A Prof<sup>a</sup> Níurca González Ibarra pela amizade, conselhos e por estar sempre disponível em ajudar.

Aos Funcionários da Fazenda experimental do ICA/UFMG em especial ao Senhor Antônio pela disposição em ajudar e grande amizade.

A todos os colegas da Pós-graduação.

Ao Edvaldo secretário do mestrado, por todo apoio e disponibilidade.

Aos integrantes do Grupo de Estudo em Nutrição Animal (GENA) pela imensa colaboração na execução desta pesquisa especialmente a Cintya, bolsista técnica do projeto e a Paula, Diego, Raphael, Geziana, Marcela, Luana, Laís, Douglas, Sarah Silva, Sarah Souza, Camila, Ariane, Sâmara, André, Jéssica, Thiago.

Ao Sérgio, querido técnico do laboratório de Bromatologia pelo imenso auxílio na realização das análises, por todo carinho e amizade.

As minhas “irmãs” de república pela amizade e parceria.

À Ed pela amizade e pela parceria.

Às profissionais que tanto admiro e desejo sempre muito sucesso: Malu, Bella (Izabella), Belinha, Juzinha, Sâmara, Carolzinha.

Aos meus pais Geraldo do Carmo e Maria Antônia por serem minha inspiração, exemplo e apoio, por todo amor e carinho.

Aos meus irmãos e grandes amigos Neiva, Magno, Henrique, Maria, Niva, Ricardo, Bionnika, Geraldo, Izamara e José Luíz, por todo incentivo, parceria e carinho.

Ao Darley por toda amizade e companheirismo.

Enfim, a todos que contribuíram para a realização desse trabalho. Muito obrigada.

*“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou  
sobre aquilo que todo mundo vê.”  
(Arthur Schopenhauer)*



## Resumo

Objetivou-se avaliar os efeitos de dois níveis inclusão do feno de folha e pseudocaule de bananeira em dietas completas sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes de ovinos. O experimento foi conduzido no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, entre junho e agosto de 2013, Montes Claros, Minas Gerais. Foram utilizados para o ensaio de digestibilidade 30 ovinos mestiços Santa Inês, machos, castrados alimentados com dietas totais contendo 60% de concentrado e 20 ou 40% de feno de folha ou pseudocaule de bananeira. Para a dieta controle foi utilizado 40% de feno *Cynodon* spp. O delineamento experimental empregado foi o de bloco ao acaso sendo esses definidos de acordo como peso corporal inicial dos animais. A média de peso vivo para primeiro bloco foi de 42,39 ±4,8kg, no segundo, 37,92±4,25kg e, no terceiro, 24,33±3,4kg. A inclusão dos resíduos da bananicultura não influenciou ( $P>0,05$ ) o consumo de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos não fibrosos (CNF) e carboidratos totais (CHO) em g/dia ou g/UTM/dia, observando-se médias de 1086,8; 1000,1; 182,7; 374,3; 194,7; 390,2; 771,6 em g/dia, respectivamente. Foi observado redução da digestibilidade FDN (45,9%) em relação aos demais tratamentos que não diferiram ( $P>0,05$ ) entre si. Não houve efeito dos níveis ou tipo de resíduos incluídos sobre a concentração e proporção molar dos ácidos graxos de cadeia curta em relação ao tratamento contendo 40% do feno *Cynodon* spp. No entanto, 40% do feno de folha resultou em menor proporção molar de propionato (18,8%) e butirato (8,7%) em relação ao tratamento contendo 40% do feno de pseudocaule (22,8 e 11,4% para propionato e butirato, respectivamente). Conclui-se que, a inclusão de 20 ou 40% do feno da folha ou pseudocaule de bananeira não influencia o consumo e digestibilidade dos nutrientes de ovinos. No entanto, 40% do feno de folha proporciona menor aproveitamento da fibra em detergente neutro e a adição do feno do pseudocaule nos níveis avaliados possibilita maior coeficiente de digestibilidade dos nutrientes quando comparado ao feno de folha.

**Palavras-chave:** Co-produtos. *Musa* spp. Banana. Ácidos graxos voláteis. Resíduos vegetais.

### Abstract

This study aimed to evaluate the effect of two levels of inclusion of banana leaf and pseudostem hays in complete diets on the intake and digestibility of nutrients in sheep. The experiment was conducted in the Institute of Agricultural Sciences of the Federal University of Minas Gerais, Montes Claros, Minas Gerais, between June and August of 2013. In the digestibility assay, 30 crossbred Santa Inês sheep, male and castrated, were used. The animals were fed in a total diet containing 60% concentrate and 20 or 40% of banana leaf or pseudostem hay. The control diet was composed of 40% *Cynodon* spp. hay. Experimental design was randomized blocks that were defined according to the initial body weight of the animals. Mean live weight for the first block was  $42.39 \pm 4.8$  kg, for the second block,  $37.92 \pm 4.25$  kg and for the third,  $24.33 \pm 3.4$  kg. The inclusion of banana crop residues did not influence ( $P > 0.05$ ) dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), non-fibrous carbohydrate (NFC) and total carbohydrate (CHO) intake in g/day or g/UTM/day, with means of 1086.8; 1000.1; 182.7; 374.3; 194.7; 390.2; 771.6 in g/day, respectively. A reduction in NDF digestibility (45.9%) was observed in comparison to the other treatments that were not significantly different. No effect of levels or type of residues included was observed on the concentration and molar proportion of short fatty acids when compared to the treatment containing 40% *Cynodon* spp. hay. However, the inclusion of 40% banana leaf hay resulted in lower molar proportion of propionate (18.8%) and butyrate (8.7%) in relation to the treatment containing 40% of pseudostem hay (22.8 and 11.4% for propionate and butyrate, respectively). It can be concluded that the inclusion of 20 or 40% banana leaf or pseudostem hays do not influence the intake or digestibility of nutrients in sheep. The inclusion of 40% banana leaf hay, however, promotes a lower use of neutral detergent fiber and the addition of banana pseudostem hay at the evaluated levels enables a greater digestibility coefficient of the nutrients when compared to the leaf hay.

**Keywords:** Byproduct. *Musa* spp. Banana.Plant residues.Volatile fatty acids.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Bananeira adulta e suas principais estruturas.....	20
Quadro 1 - Composição química da folha e pseudocaule de bananeira ( <i>Musa</i> spp.).....	21

## LISTA DE TABELAS

Table 1-Nutritional composition (%) and in vitro dry matter digestibility (IVDMD%) of banana leaf, pseudostem and <i>Cynodon</i> spp. hay.....	44
Table 2-Percentage and nutritional composition of the experimental diets .....	45
Table 3 - Intake of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), non-fibrous carbohydrate (NFC), total carbohydrate (CHO) and ether extract (EE) in g/day and g/UTM/day in lambs fed on diets containing banana culture residues.....	48
Table 4- Coefficients of digestibility of dry matter (DMD), organic matter (OMD), crude protein (CPD), neutral detergent fiber (NDFD), acid detergent fiber (ADFD), non-fibrous carbohydrate (NFCD) and total carbohydrate (CHOD) in lambs fed on diets supplemented with banana culture residue.....	51
Table 5 - Mean concentration of short chain fatty acids (SCFA) and acetate: propionate proportion (A:P) of luminal liquid of lambs fed on diets containing banana culture residues. ....	54

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	13
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	15
2.1 Objetivo geral .....	15
2.3 Objetivos específicos .....	15
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	16
3.1 Ovinocultura no Brasil .....	16
3.2 Utilização de resíduos agroindustriais na alimentação de ruminantes .....	17
3.3 A bananicultura e a utilização dos seus resíduos na alimentação de ruminantes .....	19
3. 4 Consumo voluntário em ruminantes .....	22
3. 4. 1 Mecanismos reguladores do consumo .....	22
3. 4.1. 1 Influências da dieta sobre o consumo.....	23
3.5 Digestibilidade dos nutrientes em ruminantes .....	24
3.5.1 Fatores que afetam a digestibilidade .....	24
3.6 Parâmetros da fermentação ruminal .....	26
3.6.1 Ácidos graxos voláteis.....	27
3.6.3 pH.....	29
<b>4 ARTIGO</b> - Intake and digestibility of lamb fed in a diet containing banana crop residue .....	38
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	61

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A ovinocultura é uma atividade de relevância social e econômica no agronegócio mundial devido ao alto potencial produtivo dos animais e a capacidade de se adaptarem as mais diversas condições edafoclimáticas. No Brasil, a atividade é amplamente explorada, no entanto, de maneira geral os processos produtivos são caracterizados pela utilização de sistemas extensivos com manejo nutricional inadequado apresentando baixa qualidade e irregularidade na oferta de produtos cárneos.

Diante desses fatores, tem-se buscado nos últimos anos, tecnologias que permitam incrementar a produção e aumentar a competitividade dos produtos. O confinamento é uma alternativa, pois possibilita ao produtor melhor controle da dieta e sanidade do rebanho, terminação do cordeiro com maior rapidez, planejamento de abate dos animais e a oferta de carne na entressafra. No entanto, nesse sistema a alimentação é responsável pela maior parte dos custos de produção (PIRES *et al.*, 2006).

A aquisição dos ingredientes necessários para o balanceamento de dietas em regiões semiáridas, como parte do norte de Minas Gerais e Nordeste brasileiro, é um dos maiores entraves na implantação de sistemas intensivos de produção ovina. Frente a essas dificuldades observa-se a desaceleração da ovinocultura de corte, principalmente no Nordeste nos últimos sete anos, sendo registrado crescimento de 6,8% no efetivo de animais, enquanto as regiões Norte, Sudeste e Sul apresentaram aumento superior a 26; 15 e 14% respectivamente (IBGE, 2013).

Com isso, inúmeras pesquisas têm sido desenvolvidas com o intuito de substituir total ou parcialmente, os constituintes convencionais por alimentos alternativos (SENA *et al.*, 2015; GOWDA *et al.*, 2015). O uso de restos culturais ou do beneficiamento de produtos vegetais, têm mostrado resultados interessantes (MUHAMMAD *et al.*, 2014; MALLA *et al.*, 2015) revelando eficácia na dieta de ruminantes. Além disso, têm viabilizado a redução de impactos ao ambiente, permitindo dessa forma benefícios mútuos entre a pecuária e agricultura.

A região semiárida brasileira é uma das maiores produtoras de gêneros frutíferos do país devido ao clima favorável e a utilização de cada vez mais de sistemas irrigados (IBGE, 2013). O uso dos resíduos gerados pela industrialização e comercialização dos frutos na dieta de ovinos nessas localidades é uma alternativa viável, pois esses materiais não possuem valor comercial e são descartados no meio ambiente. Nesse aspecto, os resíduos da bananicultura destacam-se pelo grande volume gerado durante o ciclo produtivo do fruto (SOUZA *et al.*, 2010).

A bananeira (*Musassp.*) é uma espécie amplamente explorada no Brasil, com ciclos curtos e produção constante ao longo do ano (ALVES, 1999), é a segunda fruteira mais cultivada precedida somente pela laranja (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2015). Os resíduos resultantes da colheita e manejo da planta são compostos principalmente por folhas e pseudocaules que, além de não possuírem valor comercial podem favorecer a inclusão de problemas fitossanitários nas lavouras (ALVES, 1999).

Estudos com esses materiais na alimentação de ruminantes (FFOULKES; PRESTON, 1977; RUIZ, ROWE; 1980; RAHMAN; HUQUE, 2002) demonstraram viabilidade de uso, porém quando fornecidos como fonte exclusiva de alimento *in natura* ou ensilados, o consumo voluntário pode ser limitado em razão do baixo teor de matéria seca e proteína bruta no pseudocaule. Além disso, a presença de taninos condensados nas folhas parece inferir negativamente sobre os produtos da fermentação quando avaliados *in vitro* (AMARNATH; BALAKRISHNAN, 2007a; AMARNATH; BALAKRISHNAN, 2007b).

Dentro desse contexto, a redução dos teores de umidade por meio do processo de fenação e uso de alimentos que permitam complementar os nutrientes dos resíduos da bananicultura na dieta de ruminantes é uma proposta interessante. Contudo, ainda são escassas na literatura nacional e internacional informações sobre consumo e digestibilidade nessas condições.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar o consumo e digestibilidade dos nutrientes de ovinos alimentados com dietas contendo resíduos da bananicultura.

### **2.3 Objetivos específicos**

- Quantificar o consumo diário de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, carboidratos não fibrosos e carboidratos totais.

- Estimar a digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, carboidratos não fibrosos e carboidratos totais de resíduos da bananicultura.



### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Ovinocultura no Brasil

A ovinocultura tem se apresentado como importante nicho de mercado para o agronegócio brasileiro, devido ao aumento na demanda interna por carne de cordeiros e a baixa oferta de produtos no mercado. Entretanto, muitos desafios ainda devem ser contornados, para que a atividade se torne efetivamente rentável em todas as localidades onde é desenvolvida. A gestão insipiente dos diferentes elos da cadeia produtiva, a carência de assistência técnica qualificada e o regime de manejo alimentar, sanitário e reprodutivo deficientes são fatores que mais comprometem o avanço da produção de ovinos no país (VIANA, 2008; SIMPLÍCIO; AZEVEDO, 2014).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013) o Brasil possui mais de 17,2 milhões de ovinos. Esse efetivo encontra-se distribuído nas regiões Nordeste com 56,5%, seguido pelo Sul (29,9%), Centro-Oeste (5,5%), Sudeste (4,1%) e Norte (3,7%) (IBGE, 2013).

Ao se considerar os aspectos raciais e o sistema de exploração esses rebanhos apresentam características distintas, sobretudo nas regiões Sul e Nordeste. No Sul, são utilizadas raças selecionadas para produção de lã, embora a desvalorização do produto no mercado internacional tenha levado os criadores locais a substituírem os animais laneiros pelos de corte (VIANA; SILVEIRA, 2009). Por outro lado, no Nordeste o rebanho é constituído fundamentalmente por raças deslanadas, sem padrão definido, destinadas a produção de carne e leite (SIMPLÍCIO, 2001). Os sistemas de criação são caracterizados como extensivos, sendo a vegetação nativa o principal suporte forrageiro. Nessas condições, são obtidas baixas taxas de crescimento, altas taxas de mortalidade e conseqüentemente reduzida eficiência produtiva (NUNES *et al.*, 2007)

As peculiaridades observadas apontam para a necessidade de técnicos e produtores envolvidos com ovinocultura buscarem e incorporarem tecnologias economicamente viáveis, que possam contribuir para o incremento da atividade (SIMPLÍCIO, 2008). O empreendedorismo deve ser assumido pelos ovinocultores de forma geral, independentemente do nível de produção, pois admite relação direta com o atendimento das exigências do mercado consumidor e conseqüentemente com a sustentabilidade da cadeia produtiva (SIMPLÍCIO, 2008).

Nas regiões semiáridas a implantação de manejos adequados, principalmente nutricional, representa um grande desafio. Em função das condições climáticas adversas, como má distribuição das chuvas ao longo do ano e extensa época seca, há redução significativa da qualidade das forrageiras disponíveis e capacidade de suporte da vegetação nativa (SILVA *et al.*, 2014). Esses fatores resultam na baixa oferta de animais destinados ao abate (PIRES *et al.* 2006) nessas localidades, onde os produtores são predominantemente familiares e a ovinocultura importa a maior parte da renda (SIMPLÍCIO, 2001) é importante que sejam propostas tecnologias coerentes com a disponibilidade de recursos e nível de produção.

Nesse sentido, a intensificação dos sistemas produtivos associado ao planejamento alimentar do rebanho poderia alavancar a produção e, por conseguinte aumentar a lucratividade dos ovinocultores (PIRES *et al.*; 2006). Dentro desse contexto, diversas pesquisas têm sido elaboradas em busca de estratégias que permitam armazenar parte da forragem produzida no verão ou substituir os ingredientes convencionalmente utilizados no balanceamento das dietas (WANDERLEY *et al.*, 2012; AZEVEDO *et al.*; 2012). Já que a inclusão desses alimentos resulta em maior custo de produção, devido à necessidade de importação de outras localidades (SILVA *et al.*, 2013) ou investimento em sistemas de cultivo irrigado (MANERA *et al.*, 2014).

### 3.2 Utilização de resíduos agroindustriais na alimentação de ruminantes

O crescimento da população mundial tem demandado cada vez mais a intensificação dos sistemas produtivos agropecuários (MUHAMMAD *et al.*, 2014). Com isso, a busca por alimentos alternativos e de baixo valor comercial, como os resíduos e coprodutos agrícolas tem sido constantemente investigada visando minimizar o uso de ingredientes convencionais que geralmente são onerosos, por ser empregados na alimentação de animais não ruminantes e/ou humana (GOWDA *et al.*, 2015).

Nesse contexto, a utilização de resíduos agroindustriais na alimentação de ruminantes é de grande importância, uma vez que poderia liberar parcela significativa de alimentos empregados na dieta de não ruminantes (MALLA *et al.*, 2015). Além disso, sob outro aspecto, podem representar uma alternativa promissora para agroindústria, diante das atuais políticas ambientais que vêm acompanhando de perto o descarte dos produtos potencialmente poluentes (BRAGA SOBRINHO, 2014).

No Brasil, grande volume de resíduos é produzido a partir do cultivo e processamento de diversas variedades agrícolas, dentre as quais se destaca a fruticultura (BARRETO *et al.* 2014; CHAVES *et al.*, 2014). A produção de frutas é destaque no agronegócio nacional e internacional, segundo o Anuário Brasileiro da Fruticultura (2015) o país ocupa atualmente o terceiro lugar no *ranking* mundial, atrás somente da China e Índia, respectivamente. Porém, quando se trata de frutas tropicais como laranja os brasileiros são líderes, sendo ainda os segundos maiores produtores de banana. De forma geral, o cultivo de gêneros frutíferos está distribuído em todo território nacional, embora algumas espécies sejam restritas a certas regiões (BARRETO *et al.* 2014; CHAVES *et al.*, 2014).

Por essa razão, nas regiões semiáridas brasileiras, caracterizadas pela má distribuição de chuvas ao longo do ano, frequentes estiagens e conseqüentemente pela redução da qualidade e disponibilidade de alimento para o rebanho na época seca, os resíduos agroindustriais tem sido sugeridos como ferramentas na viabilização de uso de sistemas intensivos (NUNES *et al.*, 2007). Essa afirmação é justificada pelo aumento dos perímetros irrigados e a instalação de novas agroindústrias nessas regiões, aumentando substancialmente a quantidade de materiais não utilizáveis na alimentação humana, mas potencialmente empregáveis na dieta animal (LOUSADA JUNIOR *et al.*, 2005).

Todavia, para adição consistente de resíduos no balanceamento de dietas é importante considerar adicionalmente a logística (disponibilidade, distância entre a fonte produtora e o local de utilização) (CHAVES *et al.*, 2014), a composição química e os possíveis efeitos sobre o consumo e a digestibilidade dos alimentos, uma vez que a resposta produtiva dos animais é dependente de ambos os fatores e fundamentalmente da atividade favorável dos microorganismos do rúmen (LOUSADA JUNIOR *et al.*, 2005). Diante dessas premissas, muitos autores têm buscado avaliar o valor nutricional e as implicações da inclusão desses materiais sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes em ruminantes (LOUSADA JUNIOR *et al.*, 2005; MALLA *et al.*, 2015).

Silva *et al.* (2014) ao determinarem a composição química de 17 resíduos agroindustriais e os agruparem conforme suas características nutricionais, sugeriram que: Grupo 1 (resíduo de cervejaria, torta de girassol, torta de licuri e torta de mamona) poderiam ser utilizados como concentrados proteicos, o Grupo 2 (torta de dendê) e Grupo 3 (bagaço de cana-de-açúcar, fruto do licuri, resíduo de acerola, resíduo de graviola, resíduo de maracujá e resíduo de uva) como volumosos; Grupo 4 (feno de sisal, mucilagem de sisal, raspa de mandioca e resíduo de abacaxi), e Grupo 5 (resíduo de cacau) como alimentos energéticos e o Grupo 6 (torta de amendoim) como concentrado proteico e energético.

Lousada Júnior *et al.* (2005), ao avaliarem resíduos do processamento de frutas na dieta de ovinos, concluíram que os resíduos do abacaxi, maracujá e melão possuem elevado valor nutritivo e são potencialmente utilizáveis na alimentação de ruminantes. Essa informação foi corroborada por Almeida *et al.* (2015), os quais analisaram a substituição de 75% da silagem de sorgo em dietas com 60% de concentrado por resíduos da industrialização de frutas na alimentação de ovinos confinados e não encontraram diferença ( $P > 0,05$ ) no número de dias gastos pelos cordeiros para alcançarem 32kg entre os tratamentos contendo os resíduos do abacaxi, banana, manga e maracujá e aquele constituído somente por silagem.

Malla *et al.* (2015) ao avaliarem o ganho de peso e consumo de matéria seca de cabritos com peso médio de 23kg por quatro períodos, alimentados com silagens constituídas por aveia e Kinnow (*Citrus nobilis* Lour  $\times$  *Citrus deliciosa* Tenora) corrigidas para cálcio e fósforo, não encontraram diferença ( $P > 0,05$ ) no consumo e ganho de peso dos animais entre os tratamentos e períodos. Concluíram que a silagem de Kinnow é potencialmente utilizável em dietas de ruminantese a ensilagem é uma opção viável de conservação do resíduo.

Ao substituírem 25; 50; 75 e 100% de farelo de soja por torta de soja em dietas com 60% de concentrado fornecidas a ovinos, Moura *et al.* (2015) não encontraram alterações para consumo e digestibilidade dos nutrientes entre o tratamento controle (0% de torta de soja) e aqueles contendo o resíduo. Não foram observadas alterações nos valores de pH (6,9 a 7,0) e nitrogênio amoniacal, estando ambos dentro das faixas consideradas normais para os animais em questão (MOURA *et al.*, 2015)

Portanto, o uso de restos culturais ou do beneficiamento de produtos vegetais na alimentação de ruminantes é uma proposta interessante, uma vez que têm mostrado resultados positivos para composição, consumo e digestibilidade dos nutrientes, quando

avaliados (LOUSADA JUNIOR *et al.*; 2005; AZEVEDO *et al.*, 2012). Desse modo, é necessário que cada vez mais sejam propostas pesquisas para avaliação dos resíduos disponíveis em grandes quantidades.

### 3.3 A bananicultura e a utilização dos seus resíduos na alimentação de ruminantes

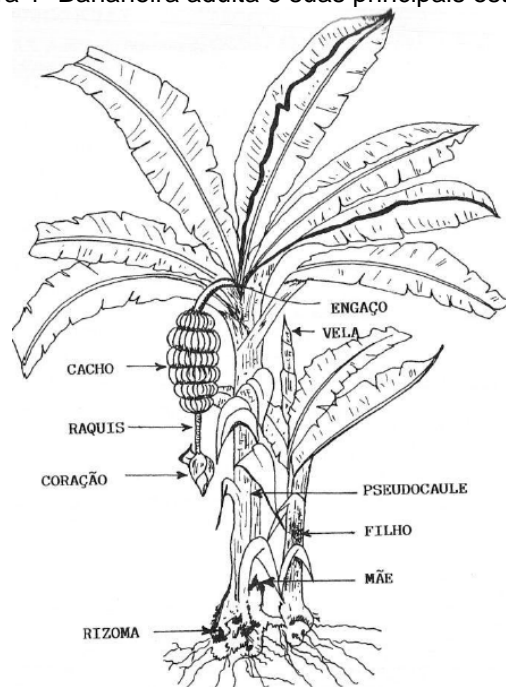
A bananeira está entre as culturas agrícolas mais importantes nas regiões tropicais e subtropicais. De acordo com dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) em 2013 a banana foi a fruta mais produzida do mundo, com 106,7 milhões de toneladas cultivadas em uma área de 5,0 milhões de hectares. Nesse cenário, a Índia, China, Filipinas e Brasil foram os países que mais contribuíram para esse montante, juntos somaram 55,1 milhões de toneladas daquele ano.

No Brasil, a banana é a segunda fruta mais produzida, precedida somente pela laranja, cuja produção está fortemente relacionada ao processamento industrial de suco concentrado para exportação (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2015). Em 2013, a produção brasileira de banana foi de 6,8 milhões de toneladas cultivada em área de 490,6 mil hectares, com destaque para as regiões Nordeste e Sudeste que juntas contribuíram com 66,5% do volume produzido no país. Os estados de maior produção foram: Bahia (16,1%); São Paulo (15,8%) e Minas Gerais (10,6%) (IBGE, 2013).

No entanto, conforme o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (2008), essa cultura está presente em todo o território nacional sendo, a cadeia produtiva composta principalmente por pequenos produtores, servindo como fonte de alimento, renda e contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico das regiões produtoras. Apesar da importância primária se relacionar ao fruto para consumo humano nas diferentes formas, parte da produção de banana no país tem sido destinada a fins não alimentares. Porém, esse uso ainda é considerado baixo devido muitas vezes, a falta de conhecimento dos bananicultores (SEBRAE, 2008).

A bananeira (*Musa spp.*) é um vegetal herbáceo, monocotiledôneo, originária do Sudoeste asiático (DE LANGHE, 1995). É considerada uma planta tipicamente tropical, possui ciclos curtos e produção constante durante todo o ano. A touceira de bananeira é formada por vários rebentos que correspondem à planta mais velha a “mãe”, um novo rebento “filho” e uma nova brotação “neto” e demais brotações (Figura 1). É recomendado que sejam eliminados através do desbaste, quando os rebentos atingirem 20 a 30 cm de altura, as novas brotações, deixando-se apenas uma mãe, um filho e um neto com o objetivo de promover a produção sequencial (ALVES; OLIVEIRA, 1999).

Figura 1- Bananeira adulta e suas principais estruturas



Fonte: ALVES (1999)

Após esse tipo de manejo e/ou colheita é gerado grande volume de resíduos vegetais: pseudocaule, folha e engajo (SOUZA *et al.*, 2010). Com a industrialização da fruta dois novos resíduos são produzidos: descartes de cascas devido ao beneficiamento da polpa, rejeitos de frutas de má qualidade (MONÇÃO *et al.*, 2014; CLEMENTINO, 2008). De acordo com Souza *et al.* (2010) para cada tonelada de banana industrializada mais três toneladas de pseudocaule, 160 kg de engajos, 480 kg de folhas e 440 kg de cascas são obtidos. Com isso, somente no Brasil em 2013 foram produzidos mais 20,4 e 3,2 mil toneladas de pseudocaule e folhas respectivamente (IBGE, 2013). Esses materiais, geralmente são deixados nas lavouras e não possuem valor comercial (ALVES, 1999).

Por essa razão, diversos pesquisadores (FFOULKES; PRESTON, 1977; RUIZ; ROWE, 1980; RAHMAN; HUQUE, 2002; NUNES-OLIVEIRA *et al.*, 2014) buscaram determinar o valor nutritivo das folhas e pseudocaules de bananeira (Quadro 1) com o objetivo incluir esses materiais na alimentação de ruminantes.

Quadro 1 - Composição química da folha e pseudocaule de bananeira (*Musa spp.*)

Autores	Resíduo	MS	PB	EE	FDN	FDA
		%MN	%MS	%MS	%MS	%MS
Bezerra <i>et al.</i> (2002)	Folha ( <i>in natura</i> )	21,8	12,1	-	-	-
	Pseudocaule ( <i>in natura</i> )	6,9	3,3	-	-	-
Geraseev <i>et al.</i> (2013)	Folha (feno)	92,5	10,0	6,4	71,0	38,7
	Pseudocaule (feno)	90,1	3,4	1,0	78,8	34,8
Nunes-Oliveira <i>et al.</i> (2014)	Folha (feno)	92,7	13,8	5,2	61,1	38,7
	Pseudocaule (feno)	93,0	3,5	1,3	64,6	36,2

Ao incluíram folha e pseudocaule *in natura* em diferentes proporções (100:0; 67:33; 33:67 e 100:0) na dieta de bovinos com peso médio de 200kg, Ffoulkes e Preston (1977) constataram aumento na digestibilidade e redução na ingestão de matéria seca a medida que adicionaram o pseudocaule às dietas. O pseudocaule possui baixo teor de matéria seca, fato que pode ter colaborado para limitar a ingestão por meio da distensão do rúmen.

De forma similar, Ruiz; Rowe (1980) ao avaliarem o fornecimento exclusivo de folha, pseudocaule, 50% folha + 50% pseudocaule ou pseudocaule + 500g de farelo de soja na dieta de bovinos suplementados com ureia e melaço, encontraram menor ingestão de matéria seca para os animais alimentados somente com o pseudocaule, porém, observaram maior degradabilidade para as dietas contendo pseudocaule + farelo de soja. Segundo esses autores, os resíduos de bananicultura podem ser incluídos na dieta animal desde que adicionados de uma fonte de proteína suplementar, devido aos baixos valores de proteína bruta contido no pseudocaule.

Ao estudarem esses resíduos *in natura* ou ensilados contendo 5% de melaço ou ensilados adicionados de 5% de melaço e 10% de palha de arroz na dieta de bovinos com peso médio de 370 kg, Rahman e Huque (2002) observaram maior consumo (9,3kg/dia) para a silagem da folha e pseudocaule de bananeira, adicionados de 5% de melaço e 10% de palha de arroz. Esses resultados foram justificados pelo incremento nos teores de matéria seca ao adicionarem palha de arroz.

Sabe-se que alto teor de umidade em dietas para ruminantes afeta seu valor energético devido à redução da ingestão de nutrientes (COELHO DA SILVA; LEÃO, 1979). Diante dessa premissa e das limitações impostas ao uso dos resíduos da bananicultura *in natura* ou ensilado, Geraseev *et al.* (2013) avaliaram a inclusão 20 ou 40% da folha ou pseudocaule de bananeira fenados na alimentação de ovinos em dietas isoproteicas (16%) contendo 60% de concentrado e observaram maior consumo de matéria seca e ganho total para os tratamentos contendo feno do pseudocaule, evidenciado a viabilidade de uso dos resíduos da bananicultura fenados.

### 3. 4 Consumo voluntário em ruminantes

A ingestão de nutrientes é um dos fatores determinantes no desempenho animal, pois é primordial para atender o requerimento de energia para manutenção e produção (FORBES, 2007). Assim, a mensuração do consumo é de suma importância para a formulação de dietas que atendam as exigências dos animais, conforme a espécie, categoria e nível de produção (FORBES, 2007; REIS; DA SILVA, 2011).

Diversos fatores podem alterar o consumo voluntário: a dieta (tamanho de partícula, teor de FDN, densidade energética), animal (estágio fisiológico, peso vivo) e condições de alimentação (tempo entre uma e outra refeição, disponibilidade de alimento) (FORBES, 2007). Em razão da interação desses fatores Mertens, (1994) ressalta que, para a formulação de dietas que atendam eficientemente a nutrição dos animais em diferentes sistemas de produção é necessário conhecer os mecanismos que atuam sobre o controle da ingestão (FORBES, 2007).

#### 3. 4. 1 Mecanismos reguladores do consumo

As teorias sobre o controle do consumo em ruminantes são baseadas em mecanismos que atuam a curto e longo prazo, conforme respostas de mecanismos químicos, metabólicos, neuro-hormonais, físicos e respostas nervosas (FORBES, 2007; SILVA; 2011). Inúmeras teorias glicostáticas (baseada nos teores de glicose sanguínea), lipostática, (baseada nos lipídeos circulantes que podem agir inibindo o consumo em animais obesos), aminostática (baseada nos aminoácidos circulantes) foram propostas na tentativa de descreverem a regulação do consumo de alimento por ruminantes, entretanto, separadamente não explicam todas as variações do consumo (FORBES, 2007).

Os mecanismos químicos e metabólicos são utilizados em repostas a produção de metabólitos e a estímulos quimiostáticos produzidos no fígado e sinalizados no sistema nervoso central através dos nervos autônomos (SILVA, 2011). Dentre os produtos da fermentação, os ácidos graxos de cadeia curta parecem exercer efeito inibidor intenso sobre o tamanho das refeições, o efeito do propionato é AGV mais significativo. Contudo, a interpretação dos efeitos dos ácidos graxos sobre a ingestão ainda não é totalmente compreendida, pois o aumento na produção desses compostos no rúmen resulta em alteração no pH e osmolaridade, dificultando o entendimento dos efeitos individuais (SILVA, 2011).

Por outro lado, os mecanismos neuro-hormonais têm sido relacionados ao controle da ingestão pela ação de hormônios, dentre os quais: insulina, leptina, neuropeptídeo; hormônios do crescimento; glucagon e adrenalina; capazes de ativar o centro de estímulo ao consumo (fome) ou saciedade nas regiões lateral e ventromedial do hipotálamo, respectivamente (FORBES, 2007).

Os fatores físicos estão relacionados à composição dos alimentos oferecidos e capacidade desses em distender a parede ruminal, independente de atender ou não o requerimento de nutrientes do animal. Os receptores de tensão presentes no rúmen são ativados pelo volume e peso da digesta resultando no decréscimo do consumo (FORBES,

2007). Em dietas ricas em fibra o enchimento do retículo-rúmen é o fator limitante devido à baixa densidade energética. Nessas condições, o animal cessa o consumo pela repleção do rúmen, nesse ponto, suas exigências podem ou não ser atendidas. Melhorias na qualidade da dieta (redução de fibra) resultam em elevação da ingestão até o ponto em que, seja limitada pelo enchimento do rúmen ou por atender as exigências do animal (SILVA, 2011).

#### 3. 4.1. 1 Influências da dieta sobre o consumo

O teor de FDN do alimento ou dieta é um dos principais determinantes na regulação do consumo pelo mecanismo físico sendo, o fator que mais acomete a ingestão de animais de elevada produção devido fundamentalmente, ao contraste existente entre o alto requerimento energético e capacidade de enchimento do rúmen (FORBES; 2007; MACEDO JUNIOR *et al.*, 2007). Essa premissa foi demonstrada em estudos com ovinos e caprinos, onde houve aumento no consumo de matéria seca quando foi reduzido o teor de FDN da dieta (CARVALHO *et al.*, 2006; CARDOSO *et al.*, 2006)

Ao avaliarem o consumo de nutrientes em ovinos alimentados com dietas contendo níveis crescente de FDN (25; 31; 37 e 43%), Cardoso *et al.* (2006) observaram efeito linear decrescente para a ingestão de matéria seca com o aumento do teor de FDN. Resultados semelhantes foram encontrados por Carvalho *et al.* (2006) ao testarem dietas com níveis crescentes de FDN (20; 27; 34; 41 e 48%) provido de forragem na alimentação de cabras em lactação.

A interação do FDN com o consumo de matéria seca parece relacionar-se negativamente somente em dietas contendo elevado teor de fibra em relação aos requerimentos do animal. (MACEDO JUNIOR, 2004). Macedo Junior (2004) observaram aumento no consumo de matéria seca em ovelhas não prenhes, ao elevar o teor de FDNf (8,6; 17,3; 26,0 e 34,3%) das dietas, sendo a menor ingestão registrada para o menor conteúdo de FDN. Contudo, Macedo Junior *et al.* (2009) avaliaram níveis semelhantes de inclusão de FDNf na dieta de ovelhas no terço final de gestação e não constaram diferença para a ingestão de matéria seca. Esses resultados foram atribuídos ao estágio fisiológico dos animais devido à redução da capacidade de ingestão pelo aumento do volume do útero.

Geronet *et al.* (2013) ao trabalharem com dietas contendo diferentes níveis de concentrado (20; 40; 60 e 80%) na alimentação de ovinos, utilizando silagem de milho como fonte de volumoso, observaram aumento no consumo de matéria seca quando os teores de FDN da dieta reduziram de 48,9% para 40,5%, no entanto, a partir desse ponto, ao reduzirem o FDN de 32,1 para 23,9% em função do aumento nas proporções de concentrado de 60 para 80% respectivamente, a ingestão foi reduzida. Esses resultados foram justificados pelo aumento de energia das dietas à medida que se adicionou concentrado, demonstrado que os animais pararam de comer por atender o requerimento de nutrientes (MERTENS, 1994).

Deve-se salientar, no entanto, que o teor de FDN unicamente pode não explicar a redução no consumo, à composição dessa fração tal como os teores de compostos indigestíveis também são determinantes. Visoná-Oliveira *et al.* (2015) ao avaliarem a inclusão



de 0; 7,5; 15 e 22,5% de torta de dendê na alimentação de ovinos em dietas com teor de FDN variando de 54 a 58%, constataram redução linear na ingestão de matéria seca com a adição do coproduto. Esses resultados foram justificados pelo aumento da concentração de ligninas nas dietas com a inclusão da torta de dendê.

O desbalanceamento dos compostos nitrogenados na dieta, assim como o teor de fibra da dieta pode limitar o consumo em ruminantes (VAN SOEST; 1994). Embora esses animais sejam eficazes em reciclar nitrogênio via ciclo da ureia, esse processo é altamente dependente da quantidade de nitrogênio consumido e, geralmente, não é suficiente para suprir a demanda de nitrogênio da microbiota ruminal, sobretudo naqueles de alta produção (SANTOS; PEDROSO, 2011).

Morais (2007) encontrou aumento linear para ingestão de matéria seca em caprinos alimentados com níveis crescentes (18; 36; 46 e 72%) de resíduos do urucum (sementes e restos de polpa desidratada) em substituição ao feno Tifton 85, o que foi atribuído aos maiores teores de proteína bruta do coproduto (14,78%) em relação ao volumoso padrão (7,12%). Fato semelhante foi observado por Clementino (2008) ao avaliar esses resíduos na dieta de ovinos confinados em substituição ao feno Tifton 85 nos níveis de 20, 40, 60 e 80% sendo que, para cada 1% de inclusão do coproduto foi encontrado acréscimo de 7,6g/dia. Esses resultados também foram atribuídos aos teores proteicos crescentes (5,6; 7,4; 9,2; 11,1 e 12,9%) quando adicionado o coproduto.

### 3.5 Digestibilidade dos nutrientes em ruminantes

A digestibilidade é um parâmetro primordial na determinação do valor nutritivo dos alimentos. Associado ao consumo é um dos principais fatores entre aqueles determinantes na produção de ruminantes (COELHO DA SILVA; LEÃO, 1979), pois constitui o elemento básico para conhecimento do valor energético via nutrientes digestíveis totais, necessário para o cálculo de dietas que atendam adequadamente as exigências dos animais (DETMANN *et al.*, 2006).

O processo de digestão pode ser compreendido como a degradação dos nutrientes em compostos simples capazes de ser metabolizados pelo animal, onde fatores físicos e químicos estão envolvidos. Os primeiros relacionam-se com a apreensão do alimento, deglutição e motilidade da digesta pelo trato digestivo, enquanto, os fatores químicos representam a produção e excreção enzimática do animal. Portanto, a digestibilidade é resultado da interação de ambos os mecanismos e culmina com a disponibilidade de nutrientes para o animal (VAN SOEST, 1994).

#### 3.5.1 Fatores que afetam a digestibilidade

A redução na digestibilidade ruminal é resultado da competição entre digestão e taxa de passagem, embora, as condições de pH, disponibilidade de energia e nitrogênio no rúmen sejam essenciais para maximizar a atividade microbiana e conseqüentemente a degradabilidade dos nutrientes. A taxa de passagem está relacionada ao fluxo da digesta pelo

trato gastrointestinal e é determinante na fermentação de carboidratos dietéticos, principalmente daqueles estruturais, pois a passagem em período curto de tempo limita a atividade dos micro-organismos ruminais (BONATTO *et al.*, 2014). No entanto, forrageiras e/ou alimentos ricos em fibras, com alta proporção de FDN indigestível, mesmo em ambiente ruminal favorável, a degradabilidade não é alterada pelo aumento no tempo de retenção da digesta (RIBEIRO *et al.*, 2015)

A fibra insolúvel composta principalmente por ligninas e carboidratos estruturais indisponibilizados por esse polímero, limita o acesso das enzimas digestivas através da formação de uma barreira física à microbiota do rúmen (MOORE; JUNG, 2001). A deposição de ligninas em plantas forrageiras limita a fermentação microbiana reduzindo a digestibilidade por três mecanismos: efeito tóxico de componentes da lignina aos micro-organismos; impedimento físico causado pela ligação das ligninas aos polissacarídeos que, limitam o acesso das enzimas aos carboidratos da parede celular e através da criação de um ambiente hidrofóbico que impede a ação de enzimas que possuem afinidade ao meio aquoso (JUNG; DEETZ, 1993 citados por CARVALHO *et al.*, 2008; MOORE; JUNG, 2001).

Ao avaliarem a composição química e a digestibilidade *in vitro* de 17 resíduos agroindustriais agrupados segundo a semelhança de suas frações nutricionais, Silva *et al.* (2014) encontraram menor digestibilidade da matéria seca para os grupos de resíduos com maior teor de ligninas (21,4% e 17,66%) em relação aos demais (15,2; 15,3; 7,2 e 6,7%). Entretanto, Moore e Jung (2001) ao revisarem entre outros fatores, a influencia da lignina sobre a digestibilidade da parede celular dos vegetais, apesar de enfatizarem o efeito negativo desse polímero sobre a degradação da fibra, demonstraram que a concentração de lignina unicamente não é capaz de explicar a redução na digestibilidade. Conforme esses autores, o tipo de lignina e sua distribuição sobre parede celular devem ser considerados.

Além da lignina, a presença de outros compostos nas plantas forrageiras tal como taninos também tem sido constantemente relacionados à redução da digestibilidade em ruminantes (CRUZ *et al.*, 2007; ÜNVER *et al.*, 2014). Os taninos são polímeros fenólicos solúveis em água resultantes do metabolismo secundário das plantas, que atuam conforme sua concentração, estrutura e peso molecular, sobre a degradação de proteínas no rúmen por formarem complexos com as proteínas da dieta, quando em altas concentrações. Em menor grau, também podem reagir com polímeros de celulose, hemicelulose, pectina e minerais, impedindo a ação dos micro-organismos ruminais (LIMA JUNIOR, 2010).

Em revisão, Ünver *et al.* (2014) demonstraram que quando em menor concentração na dieta total, os taninos podem maximizar a absorção de proteína pós-rúmen devido ao aumento da proteína não degradável no rúmen. Os taninos complexam com as proteínas quando o pH ruminal está entre 3,5 a 7,5, em faixas menores, como ocorre no abomaso, o composto formado é dissociado, permitindo dessa forma, a digestão e absorção das proteínas no intestino delgado (ÜNVER *et al.* 2014).

Ao avaliarem os teores de taninos em forrageiras nativas do semiárido (maniçoba, flor-de-seda, jureminha, feijão bravo, Cruz *et al.* (2007) constataram menor digestibilidade *in vitro*

(DIVMS) da matéria seca (42,9%) na planta com maior concentração de taninos condensados (2,4%) ao passo que, naquela de tanino nulo observaram a maior digestibilidade entre as forrageiras avaliadas. Apesar de negativa, encontraram baixas correlações ( $r=0,09\%$ ) entre a DIVMS e a concentração de taninos nas plantas. Otero e Hidalgo (2004) ao compilarem dados, demonstraram que redução na digestibilidade estaria mais relacionada a concentração de taninos na dieta, quando em valores acima de 5%.

A digestibilidade, como um processo complexo depende da interação de vários fatores, como descrito. Dentro do contexto, a relação concentrado volumoso pode interferir sobre a digestibilidade dos nutrientes em ruminantes, principalmente na degradação da fibra. A fermentação de carboidratos rapidamente degradáveis eleva a produção total de ácidos graxos voláteis, dentre os quais, o propionato é obtido em maior quantidade podendo acumular no rúmen, reduzindo o pH e, por conseguinte a degradação do FDN. Além disso, a maior inclusão de concentrado diminui a ruminação e conseqüentemente a produção de saliva, a qual fornece tamponantes ao ambiente ruminal (VAN SOEST, 1994).

Silva *et al.* (2015) ao avaliaram dietas compostas por bagaço de cana-de-açúcar e níveis crescentes de concentrado (40; 50; 60; 70; 80%), na alimentação de ovinos, encontraram redução na digestibilidade da FDN quando incluíram proporções superiores a 50%, embora não tenham notado diferença para o consumo de fibra entre os tratamentos devido ao aumento no consumo de matéria seca e decréscimo de FDN das dietas. A redução nos teores de FDN de 28,9 para 13,1% observado para os níveis de 40 e 80% de concentrado possivelmente contribuíram para a queda na digestibilidade da fibra, pois constataram decréscimo linear nos valores de pH que reduziram de 6,8 para 6,0 (SILVA *et al.*, 2015)

### 3.6 Parâmetros da fermentação ruminal

O sistema digestivo dos ruminantes é formado, entre outros compartimentos, pelo rúmen, retículo, omaso e abomaso (FURLAN; MACARÍ; FARIA FILHO, 2011). No rúmen ocorrem os principais processos fermentativos por meio de enzimas produzidas pelo seu ecossistema microbiano que incluem: bactérias, protozoários ciliados e fungos anaeróbios. Isso é possível devido à estreita relação simbiótica desenvolvida pelos animais ruminantes ao longo da evolução com esses micro-organismos (KAMRA; 2005).

A sobrevivência e crescimento da população microbiana são dependentes das condições proporcionadas pelo animal hospedeiro, tais como: a remoção dos produtos da fermentação e de resíduos indigestíveis dos alimentos, fornecimento de substâncias tamponantes e principalmente, a homeostase do pH, temperatura e anaerobiose (VALADARES FILHO; PINA, 2011).

O pH do rúmen é um importante fator para a manutenção da população microbiana, pois atuam em faixas específicas e alterações decorrentes principalmente, pelo tipo de dieta ingerida, cessam e/ou reduzem o crescimento de alguns micro-organismo (KAMRA, 2005). Essa mudança sobre o ambiente ruminal impacta diretamente sobre a quantidade e tipo de subproduto da fermentação, os quais incluem os ácidos graxos de cadeia curta, biomassa

microbiana, gases como metano (CH<sub>4</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e hidrogênio (H<sub>2</sub>) (ASCHENBACH *et al.*, 2011).

### 3.6.1 Ácidos graxos voláteis

Os ácidos graxos de cadeia curta, tais como: acético, propiônico, butírico, isobutírico, valérico, isovalérico, 2-metilbutírico, hexanoico, são ácidos fracos, compostos por até sete carbonos e produzidos em todo trato gastrointestinal dos ruminantes, embora a fermentação microbiana no rúmen contribua com a maior parte dos ácidos graxos voláteis (AGV) gerados (TAGANG; ISHAKU; ABDULLAHI, 2010). As concentrações totais e individuais de AGV no rúmen são altamente variáveis, pois dependem da frequência de alimentação, composição da dieta e tempo após a alimentação. A concentração dos ácidos formados normalmente está entre 60 a 160µmoles/ml de líquido de ruminal (COELHO DA SILVA; LEÃO, 1979).

Maior parte dos AGV produzidos no rúmen é absorvida pelo próprio epitélio ruminal e somente pequenas quantidades passa para as vias digestivas inferiores (TAGANG; ISHAKU; ABDULLAHI, 2010). Todavia, o mecanismo molecular de absorção ainda não é completamente entendido. Tem sido relatado o envolvimento dos valores de pH e tamanho de cadeia carbônica nesse processo. A troca de íons de sódio e hidrogênio pelas células epiteliais reduz o pH, o qual favorece a passagem do AGV do estado iônico para o de ácido livre. Os ácidos livres são facilmente absorvidos pelas membranas celulares devido ao gradiente de concentração favorável (FURLAN; MACARI; FARIA FILHO, 2011).

Logo são metabolizados pelo animal. Conforme Kozloski (2011) os AGV constituem resíduos da fermentação microbiana, porém para o ruminante representam em torno de 75 a 80% da energia originalmente presente nos carboidratos degradados e normalmente, contribuem com mais de 50% da energia digestível dos alimentos. O ácido acético é o de maior predominância no rúmen, ainda que o butirato e o propionato estejam presentes em grandes concentrações (SCHWAIGER *et al.*, 2013).

As proporções molares de acetato, propionato e butirato podem variar de 75:15:10 em animais alimentados com dietas contendo alto teor de fibra a 40:40:20 naquelas constituídas por grandes quantidades de carboidratos não fibrosos (GOULARTE *et al.*, 2011). Essa relação é explicada pela diminuição do pH no rúmen no caso de dietas com alto teor de concentrado (SCHWAIGER *et al.*, 2013) que desfavorece a proliferação de bactérias celulolíticas. Como relatado por Ramos *et al.* (2009), que ao avaliarem o efeito de duas relações concentrado volumoso (70:30 ou 30:70) e duas fontes de forragens (feno de alfafa ou capim) em ovinos, observaram redução na relação acetato: propionato quando 70% de concentrado foi incluído, independentemente do tipo de forragem utilizada. Esses resultados foram atribuídos a menor atividade das bactérias celulolíticas que tenderam (P=0,08) a ser menor nos animais que receberam maior proporção de concentrado.

### 3.6.2 Amônia no fluido ruminal

A presença de nitrogênio amoniacal no fluido ruminal é essencial para o desenvolvimento da população microbiana, principalmente para as bactérias fermentadoras de carboidratos estruturais, pois utilizam exclusivamente a amônia para síntese de suas proteínas. Diferentemente daquelas que degradam carboidratos não estruturais, as quais além da amônia utilizam aminoácidos e peptídeos (KOZLOSKI, 2011).

A fixação de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) nos esqueletos de carbonos pelas bactérias é realizada pelas enzimas glutamina sintetase e glutamato desidrogenase, sendo a utilização de ambas definidas pela concentração de amônia no fluido ruminal. Em condições de baixa disponibilidade de N-NH<sub>3</sub> extracelular há predominância da glutamina sintetase e em situações inversas, prevalece a glutamato desidrogenase. A primeira requer um mol de ATP para cada mol de amônia fixada, já a glutamina desidrogenase não necessita de ATP para a reação. Com isso, quando a concentração de amônia no rúmen é baixa, o crescimento microbiano é comprometido, pois o ATP que seria utilizado para esse fim é empregado na fixação de N-NH<sub>3</sub> (COELHO DA SILVA LEÃO, 1979; KOZLOSKI, 2011).

A concentração de amônia no líquido ruminal depende da relação entre quantidade produzida e a utilizada para síntese de proteína microbiana e/ou absorvida pelo epitélio ruminal. O abastecimento no rúmen é realizado por meio do catabolismo de proteína verdadeira, do nitrogênio não proteico oriundo da dieta, degradação de células microbianas mortas e epitélio e do nitrogênio reciclado via saliva (BRAKE *et al.*, 2010). Contudo, a taxa de remoção por meio de proteína microbiana é dependente da quantidade de energia produzida pela fermentação dos carboidratos (VAN SOEST, 1994).

A amônia não utilizada pelas bactérias é absorvida através da parede ruminal por difusão e transportada para o fígado. Nesse órgão, cada duas moléculas são convertidas em uma de ureia em reação com gasto de energia. A ureia sintetizada poderá retornar ao rúmen através da secreção salivar e/ou próprio epitélio, quando a dieta não é capaz de suprir o requerimento de nitrogênio dos micro-organismos ou ser excretada via urina por meio da filtração renal quando o suprimento de nitrogênio no rúmen está adequado (COELHO DA SILVA; LEÃO, 1979; RIBEIRO, MACEDO JUNIOR; SILVA, 2014).

A concentração de nitrogênio amoniacal necessária no rúmen para que haja maximização na fermentação microbiana parece ser variável (ÍTAVO; ÍTAVO 2005). A síntese de proteína e, por conseguinte a captação de amônia pelas bactérias depende da taxa de fermentação dos carboidratos (VAN SOEST, 1994). Por essa razão, os valores relatados na literatura são controversos podendo ser observados valores de 5 a 23 mg/dL de líquido ruminal (ÍTAVO; ÍTAVO 2005).

Ao substituírem totalmente o milho por polpa cítrica peletizada (46,9% da MS total) ou pela mistura de polpa cítrica e resíduo úmido da cervejaria em dietas com 72% de concentrado fornecida a ovinos, Gilaverte *et al.* (2011) observaram redução na concentração de nitrogênio amoniacal no líquido ruminal dos animais, ao incluírem os coprodutos. Esses resultados foram

atribuídos a menor digestibilidade da PB encontrada nas dietas contendo a mistura dos resíduos e a baixa degradabilidade ruminal desse nutriente nas dietas compostas por polpa cítrica peletizada, já que não houve influência ( $P > 0,05$ ) desse tratamento sobre a digestibilidade da PB. Os valores 10,8 a 19,3 mg/dL relatados estiveram dentro da faixa preconizada na literatura (ÍTAVO; ÍTAVO 2005).

### 3.6.3 pH

O pH ruminal é importante parâmetro na avaliação de dietas para ruminantes, pois está altamente correlacionado a manutenção do ecossistema microbiano e aos produtos finais da fermentação que por vez, dependem da natureza da dieta (concentrados, volumosos), tipo de processamento (concentrados: granulometria e forragens: tamanho de partícula), nível de consumo e tempo após alimentação (SANTOS, 2011). A fermentação de dietas a base de concentrado, contendo alta proporção de carboidratos rapidamente degradáveis, libera ácidos orgânicos que dissociam prontamente para diminuir o pH ruminal. Em contraste, aquelas a base de volumosos tendem a uma degradação mais lenta e menor atuação sobre a queda do pH (ASCHENBACH *et al.*, 2011).

No rúmen, é desejável faixas entre 6,0 a 7,0, uma vez que as diferentes espécies de micro-organismos presentes nesse compartimento requerem valores específicos para o seu metabolismo: bactérias celulolíticas e hemicelulolíticas atuam a valores próximos à neutralidade (acima de 6,5) enquanto, as amilolíticas são capazes de desenvolverem em faixas inferiores (5,5-6,5) (KOZLOSKI, 2011). Com isso, alterações ocasionais determinam a biodiversidade do ecossistema ruminal pelo crescimento seletivo das espécies microbianas e consequentemente os tipos e quantidades de produtos da fermentação. Entretanto, desvios substancialmente altos ou baixos podem ser inibitórios, em pH inferior a 5,5 muitos micro-organismos cessam o seu crescimento por não serem capazes de sobreviver em meio com elevadas concentrações de hidrogênio (SANTANA NETO *et al.*, 2014).

A produção de grandes quantidades de ácidos orgânicos no rúmen é um resultado de fermentação em animais alimentados com altas proporções de carboidratos não fibrosos (SCHWAIGER *et al.*, 2013). Porém, em elevadas concentrações, o volume de prótons liberados pela dissociação desses ácidos fracos podem ocasionar distúrbios metabólicos. O equilíbrio de dissociação é dado pelo valor de  $pK_a$ , o qual representa o pH da solução que a forma protonada (ácido) é igual a dissociada (ânion). Considerando que os ácidos graxos voláteis possuem  $pK_a = 4,8$ , o poder tamponante é relativamente baixo, pois em condições de pH normal no rúmen, tendem a liberar seus prótons no meio e igualar o pH ao  $pK_a$  (ASCHENBACH *et al.*; 2011).

Rogério *et al.* (2009) ao avaliarem a inclusão de 19; 38 e 52% de resíduos do caju (bagaço do pseudofruto picado e seco ao sol) na dieta de ovinos em substituição ao feno de capim elefante, observaram que a adição máxima do coproduto aumentou ( $P < 0,05$ ) o pH ruminal (6,6), porém os valores relatados em todos os tratamentos estiveram entre 6,0 e 7,0 e foram condizentes com a sobrevivência da população microbiana, principalmente bactérias

celulolíticas. Segundo esses autores os resultados evidenciam que, a substituição da fonte de fibra forrageira não causou queda significativa na efetividade da fibra dietética.

De forma similar, Gilaverte *et al.* (2011) ao realizarem a substituição total do milho por polpa cítrica peletizada (46,9% da MS total) ou pela mistura de polpa cítrica e resíduo úmido da cervejaria na dieta de ovinos, encontraram médias de pH ruminal entre 6.0 e 7.0, embora tenham observado valor superior (6,5) para o tratamento contendo a mistura de polpa cítrica e resíduo úmido da cervejaria. A maior relação acetado/propionato e menor concentração de ácidos graxos de cadeia curta na dieta contendo a mistura provavelmente favoreceu esse resultado (GILAVERTE *et al.*, 2011).

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. C. S.; FIGUEIREDO, D. M.; BOARI, C. A.; PAIXAO, M. L.; SENA, J. A. B.; BARBOSA, J. L.; ORTENCIO, M. O.; MOREIRA, K. F. Desempenho, medidas corporais, rendimentos de carcaça e cortes, e qualidade de carne em cordeiros alimentados com resíduos da agroindústria processadora de frutas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 541-556, 2015.

ALVES, E. J. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos agroindustriais**. 2. ed. Brasília : EMBRAPA, 1999. 585 p.

ALVES, E. J.; OLIVEIRA, M. A. Práticas culturais. In: ALVES, E. J. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 2. ed. Brasília : EMBRAPA, 1999. 9-585 p. 585.

**ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA**. Santa Cruz, Gazeta Santa Cruz, 2015. 104p. Disponível em:< <http://www.grupogaz.com.br/editora/anuarios/show/4718.html>>. Acesso: 29 Jul 2015.

ASCHENBACH, J. R.; PENNER, G. B.; STUMPF, F. GÄBE, G. RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM: Role of fermentation acid absorption in the regulation of ruminal pH. **Journal of Animal Science**.v. 89, p. 1092-1107, 2011. Disponível em:<<https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/articles/89/4/1092>>. Acesso em: 13 Jul 2015.

AZEVEDO, R. A.; RUFINO, L. M. A.; SANTOS, A. C. R.; SILVA, L. P.; BONFÁ, H. C.; DUARTE, E. R.; GERASEEV, L. C. Desempenho de cordeiros alimentados com inclusão de torta de macaúba na dieta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 11, p. 1663-1668, 2012.

BARRETO, H.F.M.; LIMA, P.O.; SOUZA, C.M.S.; MOURA, A.A.C.; ALENCAR, R.D.; CHAGAS, F.P.T. Uso de coprodutos de frutas tropicais na alimentação de ovinos no semiárido do Brasil. **Archivos de Zootecnia** v. 63, p.117-131, 2014. Disponível em:<[http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/az.php?idioma\\_global=1&revista=179&codigo=2310](http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/az.php?idioma_global=1&revista=179&codigo=2310)>. Acesso em: 22 Jul 2015.

BEZERRA, L. J. D.; SOUSA, E. B. C.; DANTAS, M. D. O.; SILVA, D. S.; SARMENTO, P. E. A.; NASCIMENTO, G. A. J. D.; NETO, R. D. C. L.; de SOUSA,

BONATTO; Z.; FARINA, R.; TOCHETTO, J. P.; OLIVEIRA, F.; CAMILLO, M. F. Cinética ruminal: Relação com co-produtos e tratamentos físicos e/ou químicos das matérias primas. **Revista de Agronomia e Medicina Veterinária IDEAU**, v. 1, n. 2, 2014.

BRAGA SOBRINHO, R. Integrated production of Annonaceae in Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura** n. 36, v.1, p. 102-107, 2014. Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452014000500012&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-29452014000500012&script=sci_arttext)>. Acesso em: 10 Jun 2015.

BRAKE, D. W.; TITGEMEYER, E. C.; JONES, M. L.; ANDERSON, D. E. Effect of nitrogen supplementation on urea kinetics and microbial use of recycled urea in steers consuming corn-based diets. **Journal of Animal Science**, v.10, n. 80, p. 2729-2740, 2010. Disponível

CARDOSO, A. R.; PIRES, C. C.; CARVALHO, S.; GALVANI, D. B.; JOCHIMS, F.; HASTENPFLUG, M.; WOMMER, T. P. Consumo de nutrientes e desempenho de cordeiros alimentados com dietas que contêm diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural**, v.36, n.1, 2006. Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782006000100033&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782006000100033&script=sci_arttext)>. Acesso em: 25 Mar 2014.

CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V. Organização dos tecidos de plantas forrageiras e suas implicações para os ruminantes. **Archivos de Zootecnia**, v. 57, p. 13-28, 2008. Disponível



em:<[http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/az.php?idioma\\_global=0&revisiones=137&codigo=1557](http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/az.php?idioma_global=0&revisiones=137&codigo=1557)>. Acesso em 05 Jun 2015.

CARVALHO, S.; RODRIGUES, M. T.; BRANCO, R.H. RODRIGUES, C. A. F. Consumo de nutrientes, produção e composição do leite de cabras da raça Alpina alimentadas com dietas contendo diferentes teores de fibra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1153- 1161, 2006. Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982006000400029&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982006000400029&script=sci_arttext)>. Acesso em 20 Mar 2014.

CHAVES, B. W.; STEFANELLO, F. S.; BURIN, A. P.; RITT, L. A.; NORBERG, J. L. Utilização de resíduos industriais na dieta de bovinos leiteiros. **Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas**. v. 18, p. 150-156, 2014. Disponível em:<<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/reget/article/view/13046>>. Acesso em: 29 Jul 2015.

CLEMENTINO, R. H. **Utilização de coprodutos agroindustriais em dietas de ovinos de corte: consumo, digestibilidade, desempenho e características de carcaça**. 2008, 136 f. (Tese de Doutorado em Zootecnia). – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

COELHO SILVA, J. F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p

CRUZ, S. E. S. B. S.; BEELEN, P. M. G.; SILVA, D. S.; PEREIRA, W. E.; BEELEN, R.; BELTRÃO, F. S. Caracterização dos taninos condensados das espécies maniçoba (*Manihot pseudoglazovii*), flor-de-seda (*Calotropis procera*), feijão-bravo (*Capparis flexuosa, L*) e jureminha (*Desmanthus virgatus*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 4, 1038-1044, 2007. Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-09352007000400033](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352007000400033)>. Acesso em: 20 Jun 2015.

DE LANGHE, Edmond. **Banana and plantain: the earliest fruit crops? In: INIBAP (International Network for the Improvement of Banana and Plantain). Networking banana and plantain: annual report 1995 – focus paper 1**. Montpellier (FR): INIBAP, 1996, p. 6-8. Disponível em: Disponível em:<[http://www.musalit.org/pdf/IN020267\\_en.pdf](http://www.musalit.org/pdf/IN020267_en.pdf)>. Acesso: 08 out 2013.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; HENRIQUE, L. TO.; PINA, D. S.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D.; CHIZZOTTI, M. L.; MAGALHÃES, K. A. Estimação da digestibilidade dos carboidratos não-fibrosos em bovinos utilizando-se conceito de entidade nutricional em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1479-1486, 2006.

FFOULKES, D. PRESTON, T. R. The banana plant as cattle feed: digestibility and voluntary intake of different proportions of leaf and pseudostem. **Tropical Animal Production** v. 3 n. 2, 1977.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Market and Policy Analyses of Raw Materials, Horticulture and Tropical (RAMHOT) Products Team. Banana Market Review and Banana Statistics 2012-2013**. Rome, 2014.

FORBES, J. M **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. Guildford: CAB International. 2007. 532 p.

FURLAN, R. L.; MACARI, M.; FARIA FILHO, D. E. Anatomia e fisiologia do trato gastrointestinal. In: Berchielli, T. T., Pires, A. V., Oliveira, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP. p.01-27. 2011

G. C. **Estudo bromatológico da bananeira (*Musa spp*) e sua utilização na alimentação de bovinos\***. Agronline.com.br. Disponível em:<<http://www.agronline.com.br/agrociencia/artigo/37>>. Acesso em: 19 maio 2013.

GERASEEV, L. C.; MOREIRA, S. J. M.; ALVES, D.D.; *et al.* Viabilidade econômica da utilização dos resíduos da bananicultura na alimentação de cordeiros confinados. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 4, p.734-744, 2013. Disponível em:<<http://revistas.ufba.br/index.php/rbspa/article/viewArticle/2814>>. Acesso em 21 Maio 2013.

GERON, L. J. V.; MEXIA, A. A.; CRISTO, R. L.; GARCIAL, J.; CABRAL, L. S.; TRAUTMANN, R. J.; MARTINS, O. S.; ZEOULA, L. M. Consumo, digestibilidade dos nutrientes e características ruminais de cordeiros alimentados com níveis crescentes de concentrado em ambiente tropical no Vale do Alto Guaporé – MT. **Semina: Ciências Agrárias, Londrina**, v. 34, n. 5, p. 2497-2510, 2013.

GILAVERTE, S.; SUSIN, I.; VAZ PIRES, A.; FERREIRA, E. M.; MENDES, C. Q.; GENTIL, R. S.; BIEHL, M. V.; RODRIGUES, G. H. Digestibilidade da dieta, parâmetros ruminais e desempenho de ovinos Santa Inês alimentados com polpa cítrica peletizada e resíduo úmido da cervejaria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 3, p. 639-637, 2011. Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982011000300024&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982011000300024&script=sci_arttext)>. Acesso em 18 Ago 2015.

GOULARTE, S. R.; ÍTAVO, L. C. V.; SANTOS, G. T.; ÍTAVO, C. C. B. F.; OLIVEIRA, L. C. S.; FAVARO, S. P.; DIAS, A. M.; TORRES JUNIOR, R. A. A. BITTAR, C. M. M. Ácidos graxos voláteis no rúmen de vacas alimentadas com diferentes teores de concentrado na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 6, p. 1479-1486, 2011. Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-09352011000600027&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-09352011000600027&script=sci_arttext)>. Acesso em: 10 Jun 2015.

GOWDA, N. K. S.; Vallesha, N. C. Awachat, V. B.; Anandan, S.; PAL, D. T.; PRASAD, C. S. Study on evaluation of silage from pineapple (*Ananascomosus*) fruit residue as livestock feed. **Tropical Animal Health and Production** n. 47, p.557–561, 2015. Disponível em: < <http://link-springer-com.ez27.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s11250-014-0671-9#>>. Acesso em: 24 jul 2015.

HEMBADE, A. S.; NIRAS, V. V. Evaluation of Some Toxic Principles of Banana (*Musasps.*) Plant. In: INTERNATIONAL JOURNAL OF GREEN AND HERBAL CHEMISTRY, 2014, USA. **Anais... USA: IJGHC**, 2014. v. 3. n. 4. p. 1726-1729.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE **Produção da pecuária municipal**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=73&z=p&o=25>>. Acesso em: 11 jun 2015.

ÍTAVO, L. C. V.; ÍTAVO, C. C. B. F. Parâmetros ruminais e suas correlações com desempenho, consumo e digestibilidade em ruminantes. In: ÍTAVO, L. C. V.; ÍTAVO, C. C. B. F. **Nutrição de Ruminantes: aspectos relacionados à digestibilidade e ao aproveitamento de nutrientes**. Campo Grande: UCDB, 2005, p. 50-72.

JUNG, H. G., DEETZ, D. A. Cell wall lignification and degradability. In: H. G. Jung, D. R. Buxton, R. D. Hatfield, and J. Ralph (Ed.) **Forage Cell Wall Structure and Digestibility**. p 315.ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI. 1993.

KAMRA, D.N. Rumen microbial ecosystem. **Current Science**, v.89, n.1, p.124-134, 2005.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica de ruminantes**. 3ª ed. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2011. 216p.

LIMA JUNIOR, D. M.; MONTEIRO, P. B. S.; RANGEL, A. H. N.; MACIEL, M. V.; OLIVEIRA, S. E. O.; FREIRE, D. A. Fatores Antinutricionais para ruminantes. **Acta Veterinária Brasileira**, v.3, n.4, p.132-143, 2010. Disponível em:<<http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/acta/article/view/1818>>. Acesso em 15 Jul 2015.

LOUSADA JÚNIOR, J. E.; NEIVA, J. N. M.; PIMENTEL, J. C. M.; LOBO, R. N. B. Consumo e digestibilidade aparente de coprodutos do processamento de frutas em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 2, 2005.

MACEDO JÚNIOR, G. L. **Influência de diferentes níveis de FDN dietético no consumo e digestibilidade aparente e no comportamento ingestivo de ovelhas Santa Inês**. 2004. 127 p. (Tese de mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

MACEDO JUNIOR, G. L.; FRANÇA, P. M.; ASSIS, R. M.; ALMEIDA, T. R. V.; PAULA, O. J.; PEREZ, J. R. O.; BAIÃO, A. A. F.; BORGES, I.; SILVA, V. B. Níveis de fibra em detergente neutro forrageiro na alimentação de ovelhas Santa Inês gestantes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veteriária e Zootecnia**, v. 61, n. 1, p. 196-202, 2009.

MACEDO JUNIOR, G. L.; ZANINE, A. M.; BORGES, I.; PÉREZ, J. R. O. Qualidade da fibra para a dieta de ruminantes. *Ciência Animal*, v. 17, n. 7, 2007.

MALLA, B. A.; RASTOGI, A.; SHARMA, R. K.; ISHFAQ, A.; FAROOQ, J. Kinnow madarin (*Citrus nobilis* Lour x *Citrus deliciosa* Tenora) fruitwastesilage as potentialfeed for smallruminants. **Veterinary World**, 8(1): 19-23. Disponível em <[https://www.researchgate.net/publication/270720036\\_Kinnow\\_madarin\\_%28Citrus\\_nobilis\\_lou\\_r\\_Citrus\\_deliciosa\\_tenora%29\\_fruit\\_waste\\_silage\\_as\\_potential\\_feed\\_for\\_small\\_ruminants](https://www.researchgate.net/publication/270720036_Kinnow_madarin_%28Citrus_nobilis_lou_r_Citrus_deliciosa_tenora%29_fruit_waste_silage_as_potential_feed_for_small_ruminants)>. Acesso em 24 jul 2015.

MANERA, D. B.; VOLTOLINI, T. V.; YAMAMOTO, S. M.; GHERMAN, G. L. A.; SOUZA, R. A. Desempenho produtivo de ovinos em pastejo suplementados com concentrados contendo coprodutos do processamento de frutas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 2, p. 1013-1022, 2014. Disponível em:<<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/13131>>. Acesso em 15 Maio 2015.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: **Forage quality, evaluation, and utilization**, 1994, Wisconsin. Proceedings... Wisconsin: 1994. p.450-493

MONÇÃO, F. P.; REIS, S. T.; RIGUEIRA, J. P. S.; SALES, E. C. J.; GERASEEV, L. C.; ALVES, D. D.; ROCHA JUNIOR, V. R.; OLIVEIRA, E. R. Caracterização física-química da casca de banana tratada com óxido de cálcio. **Revista Agrarian**, v. 7, n. 24, p. 339-347, 2014. Disponível em:<<http://www.periodicos.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/viewArticle/2710>>. Acesso em: 15 Jul 2015.

MOORE, K.; JUNG, H. J. G. Lignin and fiber digestion. **Journal of Range Management**, v. 54, n. 4, p. 420-430, 2001.

MORAIS, S. A. **Coprodutos da agroindústria e indicadores externos de digestibilidade aparente em caprinos**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2007. 57p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2007.

MOURA, E. S.; SILVA, L. D. F.; B.; Bumbieris Junior, V. H.; RIBEIRO, E. L. A.; PEIXOTO, E. L. T.; Mizubuti, I. Y. Use of soybean cake replacing soybean meal in diets of lambs. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 1643-1654, 2015. Disponível em:<<http://www.uel.br/revistas//uel/index.php/semagrarias/article/view/16735>>. Acesso em: 02 Jul 2015.

MUHAMMAD, N.; NASIR, R.; LI, D.; LILI, Z.; TIAN, W. Effects of steam-treated rice straw feeding on growth, digestibility, and plasma volatile fatty acids of goats under different housing systems. **Tropical Animal Health and Production**, v. 46, p. 1475-1482, 2014. Disponível em: < <http://link-springer-com.ez27.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s11250-014-0671-9#>>. Acesso em: 24 Jul 2015.

NUNES, H.; ZANINE, A. M.; MACHADO, T. M. M.; CARVALHO, F. C. Alimentos alternativos na dieta dos ovinos. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 15, n. 4, p. 141-151, 2007.

NUNES-OLIVEIRA, L. CABRAL FILHO, S. L. S.; GERASEEV, L. C.; DUARTE, E. R.; ABDALLA, A. L. Chemical composition, degradability and methane emission potential of banana crop residues for ruminants. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v. 17, p. 197-206, 2014.

OTERO M.J.; HIDALGO L.G. Taninos condensados em espécies forrajeras de clima templado: efectos sobre la productividad de rumiantes afectados por parasitosis gastrointestinales (una revisión). **Livestock Research for Rural Development**, v.16, n.2, p.1-9, 2004. Disponível em: <<http://www.lrrd.org/lrrd16/2/oter1602.htm>>. Acesso em: 20 Jul 2015.

PIRES, C. C.; GALVANI, D. B.; CARVALHO, S.; CARDOSO, A. R.; GASPERIN, B. G. Características da carcaça de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 5, p. 2058-2065, 2006.

RAHMAN, M. M.; HUQUE, K. S. Study on voluntary intake and digestibility of banana foliage as cattle feed. **Journal of Biological Sciences**, v. 2, n. 1, p. 49-52, 2002.

RAMOS, S. TEJIDO, M. L. MARTÍNEZ, M. E.; RANILLA, M. J.; CARRO, M. D. Microbial protein synthesis, ruminal digestion, microbial populations, and nitrogen balance in sheep fed diets varying in forage to concentrate ratio and type of forage. **Journal of Animal Science**, n. 87, p. 2924-2934, 2009. Disponível em: <<https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/articles/87/9/2924>>. Acesso em: 23 Jul 2015.

REIS, R. A.; DA SILVA, S. C. Consumo de forragens. In: Berchielli, T. T., Pires, A. V., Oliveira, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP. p. 83-109. 2011.

RIBEIRO, P. R.; MACEDO JUNIOR, G. L.; SILVA, S. P. Aspectos nutricionais da utilização da proteína pelos ruminantes. **Veterinárias Notícias**, v.20, n. 2, p.1-14, 2014. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/vetnot/article/view/24867>>. Acesso em 15 Jul 2015.

RIBEIRO, R. C. O. VILLELA, S. D. J.; VALADARES FILHO, S. C.; SANTOS, S. A.; RIBEIRO, K. G.; DETMANN, E.; ZANETTI, D.; MARTINS, P. G. M. A. Effects of roughage sources produced in a tropical environment on forage intake, and ruminal and microbial parameters. **Journal of Animal Science**, v. 93, p. 2363-2374, 2015. Disponível em: <http://www.researchgate.net/publication/272885584>>. Acesso em: 15 Jul 2015.

ROGÉRIO, M. C. P.; BORGES, I.; RODRIGUEZ, N. M.; CAMPOS, W. E.; SILVA, V. L.; RIBEIRO, T. P.; NEIVA, J. N. M. Dinâmica da fermentação ruminal em ovinos alimentados com rações contendo diferentes níveis de coprodutos de caju (*Anacardium occidentale*). **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 2, p. 355-364, 2009. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/vet/article/view/4083>>. Acesso em: 18 Ago 2015.

RUIZ, G.; ROWE, J. B. Intake and digestion of different parts of the banana plant. **Tropical Animal Production**, v. 5, n. 3, 1980.

SANTANA NETO, J. A.; OLIVEIRA, V. S.; SANTOS, A. C. P.; VALENÇA, R. L. Distúrbios metabólicos em ruminantes – Uma Revisão. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 08, n. 4, p. 157-186, 2014.

SANTOS, F. A. P.; PEDROSO, A. M. Metabolismo de proteínas. In: Berchielli, T. T., Pires, A. V., Oliveira, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP. p.265-298. 2011.

SCHWAIGER, T. BEAUCHEMIN, K. A.; PENNER, G. B. Duration of time that beef cattle are fed a high-grain diet affects the recovery from a bout of ruminal acidosis: Short-chain fatty acid and lactate absorption, saliva production, and blood metabolites. **Journal of Dairy Science**, n. 91, p. 5743-5753. Disponível

em:<<https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/articles/91/12/5743>>. Acesso em: 15 Jul 2015.

SENA, J. A. B.; VILLELA, S. D. J.; SANTOSA, R. A.; PEREIRA, I. G.; CASTRO, G. H. F.; MOURTHÉ, M. H. F.; BONFA, C. S. Intake, digestibility, performance, and carcass traits of rams provided with dehydrated passion fruit (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) peel, as a substitute of Tifton 85 (*Cynodon* spp.). **Small Ruminant Research** 129, p. 18-24, 2015. Disponível em <<http://www.periodicos-capes.gov.br.ez27.periodicos.capes.gov.br>>. Acesso em 24 jul 2015

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS- SEBRAE. **Estudo de Mercado**, 2008.

SILVA, A. E. M.; LIRA, A. T.; FERREIRA, M. A.; BARROS, L. J. A.; MELO, T. T. B.; SIQUEIRA, T. D. Q.; SOARES, L. F. P.; COSTA, C. T. F. Bagaço de cana-de-açúcar como volumoso exclusivo em dietas para ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 16, n. 1, p. 118-129, 2015. Disponível em:<<http://revistas.ufba.br/index.php/rbspa/article/viewArticle/3136>>. Acesso em: 20 Jul 2015.

SILVA, J. F. C. Mecanismos reguladores de consumo. In: Berchielli, T. T., Pires, A. V., Oliveira, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP. p.61-81. 2011

SILVA; A. M.; OLIVEIRA, R. L.; RIBEIRO, O. L.; BAGALDO, A. R.; BEZERRA, L. R.; CARVALHO, S. T.; ABREU, C. L. LEÃO, A. G. Valor nutricional de resíduos da agroindústria para alimentação de ruminantes. **Comunicata Scientiae** v. 5, n.4, p. 370-379, 2014.

SIMPLÍCIO, A. A. A caprino-ovinocultura na visão do agronegócio. **Revista CFMV**, n. 24, 2001.

SIMPLÍCIO, A. A. Estratégias de manejo reprodutivo como ferramenta para prolongar o período de oferta de carnes caprina e ovina no Brasil. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.2, n. 3, p. 29-39, 2008.

SIMPLÍCIO, A. A.; AZEVEDO, H. C. Manejo reprodutivo: foco na taxa de reprodução. **Acta Veterinária Brasileira**, v. 8, n. 2, p. 320-331, 2014.

SOUZA, O.; FEDERIZZI, M.; COELHO, B.; WAGNER, T. M.; WISBECK, E. Biodegradação de resíduos lignocelulósicos gerados na bananicultura e sua valorização para a produção de biogás. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 4, p. 438 – 443, 2010. Disponível em:<[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662010000400014&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662010000400014&script=sci_arttext)>. Acesso em: 19 Abr 2013.

TAGANG, A.; ISHAKU, K. P.; ABDULLAHI, A. Volatile fatty acids production in ruminants and the role of monocarboxylate transporters: A review. **African Journal of Biotechnology**. v. 9, n. 38. p. 6229-6232, 2010. Disponível em:<<http://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/92235/81689>>. Acesso em 20 Jul de 2015.

Ünver, E. Okur, A. A.; Tahtabiçen, E.; Kara, B.; Şamlı, H. E. TanenlerveHayvanBeslemeÜzerineEtki. Türk Tarım – **GıdaBilimveTeknolojiDergisi**, v. 2, n.6, p. 263-267, 2014.

VALADARES FILHO, S. C.; PINA, D. S. Fermentação ruminal. In: Berchielli, T. T., Pires, A. V., Oliveira, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP. p.161-191. 2011.

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

VIANA, J. G. A. Panorama Geral da Ovinocultura no Mundo e no Brasil. **Revista Ovinos**, v. 4, n. 12 Porto Alegre, Março de 2008. Disponível em: <<http://www.almanaquedocampo.com.br/imagens/files/panorama%20eral%20ovinocultura%20brasil.pdf>>. Acesso em: 14 out 2013.

VIANA, J. G. A.; SILVEIRA, V. C. P. Análise econômica da ovinocultura: estudo de caso na Metade Sul do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v. 39, n. 4, p. 1187-1192, 2009.

VISONÁ-OLIVEIRA, M.; FERREIRA, I. C.; MACEDO JUNIOR, G. L.; SOUSA, L. F.; SOUSA, J. T. L.; SANTOS, R. P. Consumo e digestibilidade de nutrientes da torta de dendê na dieta de ovinos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 16, n. 2, p. 179-192, 2015.

WANDERLEY, W. L.; FERREIRA, M. A.; BATISTA, A. M. V.; VÉRAS, A. S. C.; BISPO, S. V.; SILVA, F. M.; SANTOS, V. L. F. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em ovinos recebendo silagens e fenos em associação à palma forrageira. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v.13, n.2, p.444-456, 2012. Disponível em:<<http://revistas.ufba.br/index.php/rbspa>>. Acesso em: 25 maio 2014.

**4 ARTIGO** -Intake and digestibility of lamb fed in a diet containing banana crop residue

(Nas normas da Revista Ciência e Agrotecnologia)





26 bananeira e 20% de feno de *Cynodon* spp. + 60% concentrado, 40% de feno de folha de  
27 bananeira + 60% concentrado, 20% de feno de pseudocaule de bananeira e 20% de feno de  
28 *Cynodon* spp. + 60% concentrado, 40% de feno de pseudocaule de bananeira + 60%  
29 concentrado. A inclusão dos resíduos da bananicultura não influenciou ( $P>0,05$ ) o consumo  
30 de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em  
31 detergente ácido, carboidratos não fibrosos e carboidratos totais em g/dia ou g/UTM/dia,  
32 observando-se médias de 1086,8; 1000,1; 182,7; 374,3; 194,7; 390,2; 771,6 em g/dia,  
33 respectivamente. Foi observado redução da digestibilidade FDN (45,9%) com a inclusão de  
34 40% de feno de folha em relação aos demais tratamentos que não diferiram ( $P>0,05$ ) entre si.  
35 Não houve efeito dos níveis ou tipo de resíduos incluídos sobre a concentração e proporção  
36 molar dos ácidos graxos de cadeia curta em relação ao tratamento com 40% do feno  
37 *Cynodon* spp. No entanto a inclusão de 40% do feno de folha resultou em menor proporção  
38 molar de propionato (18,8%) e butirato (8,7%) em relação ao tratamento contendo 40% do  
39 feno de pseudocaule (22,8 e 11,4%, respectivamente)

40 **PALAVRAS-CHAVE:** Ácidos graxos voláteis. Coproduto. *Musa* spp.

#### 41 **INTRODUCTION**

42 Considering the perspectives of the growing market of lamb meat in the world, the  
43 implementation of technologies that enable increases in production and improvements in  
44 product quality is primordial. In this way, finishing confined lambs arises as an interesting  
45 proposal due to the feasible option of obtaining better-finished carcasses, and increased  
46 sanitary and nutritional control (RAINERI; SANTOS; GAMERO, 2014). The costs of  
47 production of confined animals are however considered high most likely due to the great  
48 volume of grains and cereals used in concentrate, especially for semiarid areas. Most of the  
49 time, the scarce amount of forage during the dry period and the need for investments in

50 irrigated systems for forage cultivation and/or importation of supplies make the use of this  
51 system in these areas unfeasible.

52 In this context, the residues of agroindustry must be highlighted. The cultivation and  
53 processing of a diversity of plant species creates a great amount of residues that, normally, do  
54 not present any commercial value and may also be considered as pollutants when deposited  
55 inadequately in the environment. The inclusion of these materials in the diets of ruminants  
56 permits mutual benefits to both agroindustries and livestock (BRAGA SOBRINHO, 2014).

57 The residues of banana culture are highlighted as one of the main residues from  
58 agroindustry with potential for its use in ruminant nutrition (GERASEEV et al., 2013;  
59 NUNES – OLIVEIRA et al., 2014). Banana tree cultivation is one of the most important  
60 cultures in tropical and subtropical regions. In 2013 banana was one of the most produced  
61 fruits in the world with a production of 106.7 million tons cultivated over an area of 5 million  
62 hectares (*Food and Agriculture Organization*, 2013). After harvest, a great volume of plant  
63 residue is produced, mainly leaves and pseudostem. It is estimated that for each ton of fruit  
64 industrialized, another three tones of pseudostem and 480 kg of leaf are obtained (SOUZA et  
65 al. 2010).

66 The leaves and the pseudostem of banana trees are highly digestible by ruminants,  
67 although their intake is limited when provided in nature or ensiled as an exclusive source of  
68 food, due to the low content of dry matter, reduced concentration of crude protein in the  
69 pseudostem (NUNES-OLIVEIRA *et al.*, 2014) and presence of secondary metabolites as  
70 condensed tannins, especially in the leaves (HEMBADE; NIRAS, 2014). In this context, the  
71 use of these materials as hay, in combination with other food, may minimize the limitations  
72 associated with the use of these residues.

73 Few studies have been carried out using leaves and pseudostem as hay in ruminant  
74 feeding, therefore resulting in restricted information regarding intake, digestibility and the

75 effects of this inclusion on ruminal fermentation. Geraseev et al. (2013) studied the addition  
76 of 20 or 40% leaf hay or pseudostem hay in the diet of confined lamb and obtained  
77 satisfactory results for dry matter and weight gain, but did not evaluate the effect of the diet  
78 on fermentation products.

79 This study aimed to evaluate the effect of two levels of inclusion of banana leaf hay  
80 and pseudostem hay in complete diets on intake and nutrient digestibility in lambs.

## 81 MATERIAL AND METHODS

82 The procedures used in this research were approved by the Ethics Committee in  
83 Animal Experimentation of the Federal University of Minas Gerais (Comitê de Ética em  
84 Experimentação Animal da Universidade Federal de Minas Gerais) under the protocol  
85 number 164/11.

86 The study included 30 crossbred Santa Inês lambs, male and castrated. The  
87 experimental design was randomized blocks consisting of three blocks, five treatments and  
88 six repetitions. The blocks were defined according to the initial body weight in which the first  
89 block contained a mean live weight of  $42.39 \pm 4.8\text{kg}$ , the second  $37.92 \pm 4.25\text{kg}$  and the third  
90  $24.33 \pm 3.4\text{kg}$ . The experiment was carried out between June and August 2013, for 60 days,  
91 divided into three periods of 20 days with 15 days adaptation and five days of data collection.

92 Treatments consisted of inclusion of 20 or 40% banana leaf hay or banana pseudostem  
93 hay (1 = 40% *Cynodon* spp. hay + 60% concentrate, 2 = 20% banana leaf hay + 20%  
94 *Cynodon* spp. hay + 60% concentrate, 3 = 40% banana leaf hay + 60% concentrate, 4 = 20%  
95 of banana pseudostem hay and 20% *Cynodon* spp. hay + 60% concentrate, 5 = 40% banana  
96 pseudostem hay + 60% concentrate).

97 The leaves and pseudostem of banana trees (*Musa* spp.) used in the study were  
98 collected immediately after fruit harvesting. The pseudostem was cut into 50 cm blocks,  
99 followed by the removal of sheath in order to aid material processing in a disintegrator

100 regulated to cut into 2 to 3 cm blocks. After being chopped, leaves and pseudostem were  
101 separately homogenised and dried under the sun until reaching 10-12% humidity, which was  
102 achieved after 72-120 h. The material was later air conditioned in polyethylene bags and  
103 stored in an adequate place (Table 1).

104 The diets were formulated according to the recommendations of the NRC (2007) in  
105 order to meet the requirements of lambs with a mean weight of 35 kg and estimated gain of  
106 200g/day, using a ratio of 60% of concentrate and 40% forage (Table 2). During the pre-  
107 experimental period the animals were weighed, dewormed and vaccinated against clostridium.  
108 During the experimental period the animals were placed in individual cages with water and  
109 food dispensers and a feces collector.

110 Diets were provided twice per day, at 0700 and 1600 in an *ad libitum* system where  
111 leftovers consisted of 10% of the amount offered in natural matter. Intake was adjusted every  
112 morning, before the first meal, using the weights of food and leftovers. During the  
113 experimental period, samples from the provided diet, the leftovers and feces were collected  
114 daily. Feces collection was performed in the morning and afternoon prior to animal feeding.  
115 All samples were stored at -20°C. At the completion of the experiment, samples per animal  
116 and period of 24 hours were composed, and analyzed separately, in which each animal  
117 presented five samples for each collection period.

118 Samples from the offered food, leftovers and feces were pre-dried in a fan-forced oven  
119 at 55°C and grinded in a Willey grinder with 1 mm diameter sieves. All samples were  
120 subjected to analysis of dry matter (DM), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral  
121 detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), nitrogen insoluble in neutral detergent  
122 (NIND), nitrogen insoluble in acid detergent (NIAD) and ash content according to INCT-CA  
123 (Detmann et al., 2012). Lignin content was obtained by acid hydrolysis as previously  
124 described by Van Soest (1965).

125 *In vitro* dry matter digestibility (IVDMD) of banana leaf and pseudostem, and  
 126 *Cynodon* spp.hay was carried out according to the methodology described by Silva &Queiroz  
 127 (2004), Tilley & Terry (1963) and Holden (1999) and modified for the use of theTecnal®  
 128 (TE-150)*in vitro*incubator. The ruminal liquid used was collected from two male castrate  
 129 lambs with a fixed fistula in the rumen. Fistulated animals were fed on a diet containing 30%  
 130 commercial concentrate and 70% forage based on *Cynodon* spp. hay.

131 Table1-Nutritional composition (%) and in vitro dry matter digestibility (IVDMD%) of  
 132 banana leaf, pseudostem and *Cynodon* spp. hay

	Pseudostem Hay	Leaf Hay	Cynodon spp. Hay
DM (%NM)	90.54	93.07	88.74
MM	11.86	11.18	9.15
CP	3.46	12.24	9.98
EE	1.21	6.21	3.64
NDF	49.92	59.92	66.34
ADF	30.11	37.11	35.18
NIAD	0.38	0.49	0.33
NIND	1.38	1.28	1.59
NFC	33.55	10.45	10.89
LIG	4.73	8.81	4.13
IVDMD (%)	79.8	57.8	71.4

133 DM = Dry matter, NM = Natural Matter, CP = Crude Protein, EE = Ether extract, NDF =  
 134 Neutral detergent Fiber, ADF = Acid detergent fiber, NIAD = Nitrogeninsoluble in acid  
 135 detergent, NIND = Nitrogeninsolublein neutral detergent, NFC = Non-fibrous carbohydrate,  
 136 LIG = Lignin, IVDMD = *In vitro* dry matter digestibility

137 Table 2-Percentage and nutritional composition of the experimental diets

Item (%)	40% Cyno.	40% FFO	20% FFO	40% FPS	20% FPS
	Percentage composition of experimental diets				
<i>Cynodon</i> spp.	40.00	-	20.00	-	20.00
Hay banana leaf	-	40.00	-	-	-
Hay pseudostem		-	20.00	40.00	20.00
Corn grain	45.2	40.00	46.14	38.27	41.75
Soy meal	5.16	4.41	4.05	11.83	8.49
Cotton meal	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
Limestone	0.51	0.03	0.28	0.04	0.29
Dicalcium phosphate	-	0.83	0.40	0.73	0.34
Common salt	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
Urea	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Vitamin-Mineral Premix <sup>1</sup>	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Nutrients (%DM)					
DM (NM)	88.49	90.49	89.51	89.39	88.74
MM	6.91	8.19	6.99	8.41	7.65
CP	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
NFC	34.19	36.77	35.75	41.09	37.79
NDF	38.18	33.95	36.05	30.40	34.52
ADF	18.06	19.17	18.31	16.79	17.28
EE	4.72	5.09	5.21	3.30	4.04
NIND	2.10	1.30	1.71	1.14	1.36
NIAD	0.71	0.68	0.58	0.66	0.78

LIG 1.88 3.49 3.00 1.84 2.08

138 40% Cyno = 40% *Cynodon* spp. hay, 40% FFB = 40% banana leafhay, 20% FFB = 20%  
139 banana leafhay and 20% *Cynodon* spp. hay, 40% FPB = 40% banana pseudostem hay, 20%  
140 FPB = 20% banana pseudostem hay and 20% *Cynodon* spp. hay. DM = Dry matter, NM =  
141 Natural Matter, CP = Crude Protein, EE = Ether extract, NDF = Neutral detergent Fiber, ADF  
142 = Acid detergent fiber, NIAD = Nitrogeninsoluble in acid detergent, NIND =  
143 Nitrogeninsolublein neutral detergent, NFC = Non-fibrous carbohydrate, LIG = Lignin,  
144 IVDMD = *In vitro* dry matter digestibility

145 <sup>1</sup>Composition of Vitamin-Mineral Premix: Calcium (Max.) 150 g, Calcium (Min.) 130  
146 g, Phosphorus (Min.) 65 g, Sodium (Min.) 130 g, Fluorine (Max.) 650 mg, Sulfur (Min.) 12 g,  
147 Magnesium (Min.) 10 g, Iron (Min.) 1000 mg, Manganese (Min.) 3000 mg, Cobalt (Min.) 80  
148 mg, Zinc (Min.) 5000 mg, Iodine (Min.) 60 mg, Selenium (Min) 10 mg, Vitamin A (Min.)  
149 50000 IU, Vitamin E (Min.) 312 IU.

150 The content of condensed tannin was determined using 15 g samples of banana leaf,  
151 pseudostem and *Cynodon* spp. hay, and underwent catalysedsolvvolysis using n-BuOH/HCl  
152 37% (95:5), according to HIERMANN et al., (1986). Absorbance of the solution was read at  
153 540 nm, with values expressed as cyanidin chloride. The results presented are the means of  
154 three determinations.

155 On the final experimental day, 100 mL of rumen liquid was collected after animals  
156 were fasted for 12 hours, using an esophagus gauge adapted to a vacuum pump. The pH of  
157 rumen fluid was performed immediately after collection using a digital potentiometer, with a  
158 mean value of  $7.0 \pm 0.15$ .

159 Following this, 60 mL of rumen liquid was placed in plastic flasks and stored at  $-10^{\circ}\text{C}$   
160 for the analysis of short chain fatty acids (SCFA) and ammonium nitrogen ( $\text{N-NH}_3$ ). Samples  
161 of rumen liquid were thawed to room temperature and centrifuged at 13000 rpm for 15

162 minutes at 10°C and stored in Eppendorf tubes. In order to determine the concentration of  
163 SCFA, samples were stored in a ratio of 500 µL of rumen liquid and 500 µL of formic acid at  
164 88%.

165 Separation and quantification of SCFA were performed using gas chromatography  
166 with methodology adapted from Nocek, Hart & Polan (1987) and Palmquist & Conrad (1971).  
167 A gas chromatograph (GC) from Shimadzu 2014, coupled to a Flame Ionization Detector  
168 (FID) and HP INNOWax - 19091N column (30 m length x 0.32 mm internal diameter) was  
169 used in the analysis. The following conditions were used in the instrument: Injector  
170 temperature of 200°C; column oven 80°C for 3 minutes until 240°C (20°C/min), carrier gas  
171 nitrogen (N) at a constant flow of 3.18 mL/min; detector temperature 250°C, and injection  
172 volume of 1 µL.

173 The determination of the N-NH<sub>3</sub> concentration was carried out by distilling 1 mL of  
174 rumen liquid, 10 mL of 5% sodium tetraborate and 10 mL of 20% boric acid as receptor  
175 solution and sulfuric acid (0.02 N) as a titration solution, according to Preston (1995). A mean  
176 concentration of 15.1 ± 1.2 mg/mL was obtained in the analysis.

177 The DM intake was determined from the relationship between DM offered and DM in  
178 the leftovers. Nutrient ingestion was calculated by its relationship with DM and the content of  
179 each nutrient in the diet provided and the leftovers. Nutrient digestibility (ND) was obtained  
180 using the following formula:  $[ND = (\text{ingested DM} \times \% \text{Nutrient}) - (\text{excreted DM} \times \% \text{Nutrient})$   
181  $\times 100] / (\text{ingested DM} \times \% \text{Nutrient})$ .

182 The data was subjected to analysis of variance using PROC GLM from the statistical  
183 software *Statistical Analysis System* (SAS®, 2000). When a statistical difference was  
184 observed means were compared using the Tukey test, with a significance level of 5%.

185

186



187 **RESULTS AND DISCUSSION**

188 A diverse range of factors act to control or inhibit dry matter intake in ruminants, with  
 189 food, animal or feeding conditions as potential limiting steps. From the differing inherent  
 190 factors of the food, the content of NDF stands out due to its slow degradation and low rumen  
 191 passage rate (Allen, 2000). In this study, the NDF content varied among different diets (Table  
 192 2), due to the inclusion of banana culture residues. However no effect ( $P>0.05$ ) was observed  
 193 on DM and OM intake, independent from the way of being expressed, with means of 1058.8  
 194 g/day; 76.7 g/UTM/day and 1000.1 g/day; 74.7 g/UTM/day, respectively (Table 3).

195 Table 3- Intake of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral  
 196 detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), non-fibrous carbohydrate (NFC), total  
 197 carbohydrate (CHO) and ether extract (EE) in g/day and g/UTM/day in lambs fed on diets  
 198 containing banana culture residues

Variables	Levels of inclusion					CV(%)
	0%	40% FFB	20% FFB	40% FPB	20% FPB	
DM (g/day)	948.9	992.7	1229.8	1083.4	1179.3	21.6
DM (g/UTM/day)	66.3	68.3	89.5	78.0	81.5	18.7
OM (g/day)	887.1	927.3	1138.0	943.5	1104.8	22.0
OM (g/UTM/day)	82.8	63.9	82.8	67.9	76.4	18.4
CP (g/day)	158.0	162.7	203.0	188.6	201.5	22.1
CP (g/UTM/day)	10.9	11.1	14.6	13.4	13.8	19.3
NDF (g/day)	367.6	319.93	431.0	328.5	424.5	24.4
NDF (g/UTM/day)	25.2	21.7	31.2	23.4	29.3	21.9
ADF (g/day)	175.0	180.6	218.0	188.7	211.6	23.5

ADF (g/UTM/day)	12.0	12.3	15.8	13.3	14.6	21.1
NFC (g/day)	322.1	371.1	433.8	426.2	397.9	22.5
NFC (g/UTM/day)	22.5	25.9	31.8	30.9	27.4	19.4
CHO (g/day)	725.3	691.0	864.8	754.7	822.4	21.0
CHO (g/UTM/day)	49.6	47.6	63.0	54.4	56.8	18.5
EE (g/day)	48.0ab	50.1ab	66.2a	40.0b	52.0ab	22.2
EE (g/UTM/day)	3.33b	3.4b	4.7a	2.8b	3.59b	18.8

199 40% Cyno = 40% *Cynodon* spp. hay, 40% FFB = 40% banana leaf hay, 20% FFB = 20%  
200 banana leaf hay and 20% *Cynodon* spp. hay, 40% FPB = 40% banana pseudostem hay, 20%  
201 FPB = 20% banana pseudostem hay and 20% *Cynodon* spp. hay. Means followed by different  
202 letters differ by the Tukey Test (P<0.05).

203 When evaluating DM intake of lambs fed on diets containing 15% of protein, 62% of  
204 concentrate containing different residues of sisal and NDF content varying in a range of 31.4  
205 to 37.5 %, Santos et al. (2011) did not observe significant differences for this variable with  
206 means of 988.2 and 914.7 g/day of DM and OM, respectively. The higher means observed in  
207 this study may be related to the use of heavier animals (35 kg) in comparison to the  
208 aforementioned study, in which the authors evaluated lambs with weights of 27 kg, as the  
209 nutritional composition of the diets were similar. In the same way, Azevedo et al. (2012),  
210 when including macaúba pie at different levels in lamb diets (diet composition of 15.6% of  
211 protein and 30% of forage) observed that variations from 16.7 to 27.2% in NDF concentration  
212 did not influence DM and OM intake.

213 In ruminant diets, in addition to the fibrous fraction and energy content, the presence  
214 of phenolic compounds such as condensed tannins can negatively influence voluntary intake,  
215 due to the limitation in growth of a number of luminal micro-organisms (KAMRA, 2005).  
216 Also, these compounds can negatively impact on protein degradation when in high

217 concentrations, through the formation of complexes with the proteins in the diet. At a lower  
218 level, condensed tannins react with cellulose polymers, hemicellulose, pectin and minerals,  
219 impeding the action of microbial populations (LIMA JUNIOR, 2010).

220 In this study, the observed content for condensed tannins were 7.8, 3.9 and 0.1 g/kg  
221 for banana leaf, *Cynodon* spp. and banana pseudostem hays, respectively. These values were  
222 lower than those reported by Hembade&Niras (2014), with 25.8 for banana leaves and 16.6  
223 g/kg for banana pseudostem (*Musa* spp.). Considering the low concentration of these  
224 compounds in the total dry matter, they did not alter ( $P>0.05$ ) DM and OM intake. Cabral  
225 Filho et al. (2013) did not find differences in DM intake when evaluating three sorghum  
226 varieties in diets containing 80% concentrate and levels up to 2.04% condensed tannins in  
227 DM offered to lambs.

228 No differences were observed ( $P>0.05$ ) in CP, NDF, ADF, NFC or CHO intake (g/day  
229 or g/UTM/day) when residues of banana culture were included in the diets. This behavior is  
230 related to the lack of effect on DM ingestions and to the similarity of the nutritional  
231 composition of the diets.

232 These results are similar to those found by Santos et al., (2011), who observed that  
233 when evaluating the nutrient intake of lambs fed with diets containing 62% concentrate, 20%  
234 shredded sisal leaf hay and 18% millet silage did not observe differences for intakes of DM or  
235 the other nutrients.

236 The inclusion of 20% banana leaf hay increased EE intake in g/UTM/day in relation to  
237 the other treatments, although no differences were observed ( $P>0.05$ ) (Table 3). These results  
238 may be related to the increase of the concentration of this nutrient when banana leaf hay was  
239 added to the diet (Table 2). It is noteworthy that the observed EE contents are probably  
240 resultant from pigments and not related to the lipid content. Van Soest (1994) mentions that

241 errors may occur in the determination of this nutrient content, as pigments and waxes present  
 242 in the leaves end up included in total EE, which can be observed in this study.

243 The inclusion of banana cropping residues did not influence ( $P>0.05$ ) the apparent  
 244 digestibility of DM and OM in comparison to the treatment with 40% *Cynodon* spp. hay. The  
 245 addition of 40% banana pseudostem hay, however, promoted greater digestibility coefficients  
 246 in comparison to the treatment with 40% banana leaf hay (Table 4).

247 Table4- Coefficients of digestibility of dry matter (DMD), organic matter (OMD), crude  
 248 protein (CPD), neutral detergent fiber (NDFD), acid detergent fiber (ADFD), non-fibrous  
 249 carbohydrate (NFCD) and total carbohydrate (CHOD) in lambs fed on diets supplemented  
 250 with banana culture residue

Variables	Levels of inclusion					CV (%)
	0%	40%FFB	20% FFB	40% FPB	20%FPB	
DMD (%)	71.1ab	67.9b	71.7ab	76.2a	74.1ab	5.5
OMD (%)	72.1ab	68.9b	72.8ab	77.8a	75.7ab	5.4
CPD (%)	69.9	70.6	67.2	67.7	67.5	8.4
NDFD (%)	60.6 <sup>a</sup>	45.9b	52.6ab	59.9a	58.7a	10.4
ADFD (%)	48.2ab	37.3b	43.3ab	53.3a	50.2ab	17.0
CHOD (%)	73.0ab	70.0b	73.0ab	78.4 <sup>a</sup>	74.8ab	6.1
NFCD (%)	88.2	90.4	89.0	93.9	91.3	5.5

251 40% Cyno = 40% *Cynodon* spp. hay, 40% FFB = 40% banana leaf hay, 20% FFB = 20%  
 252 banana leaf hay and 20% *Cynodon* spp. hay, 40% FPB = 40% banana pseudostem hay, 20%  
 253 FPB = 20% banana pseudostem hay and 20% *Cynodon* spp. hay. Means followed by different  
 254 letters differ by the Tukey Test ( $P<0.05$ ).

255 The lower DM and OM digestibility obtained for the higher level of banana leaf hay  
 256 when compared to the same proportion of pseudostem hay can be justified by the superior

257 concentration of lignin (8.81%) that was observed in leaf hay, as DM and OM intake did not  
258 differ between the treatments ( $P>0.05$ ). This fact suggests that the addition of banana leaf hay  
259 as the only source of forage should be evaluated regarding the cost-benefit relationship and  
260 inclusion level in lamb production systems.

261 On the other hand, the greater digestibility of 40% observed for banana pseudostem  
262 hay in comparison to 40% hay leaf may be related to the lower lignin content associated to the  
263 higher NFC, in relation to the total carbohydrate content in this treatment. Moreno et al.  
264 (2010) reported that non-fibrous carbohydrate presented an apparent digestibility coefficient  
265 greater than 90% due to the rapid availability of this nutrient in the gastrointestinal tract of  
266 ruminants. In this way, diets with a higher content of this nutrient present a greater DMD, as  
267 was observed in this study.

268 The coefficients of digestibility of 67.90%; 76.25% and 68.91%, 77.80% of DM and  
269 OM found for the highest level of inclusion of banana leaf and pseudostem hays, respectively,  
270 are superior to the values of 65.70 and 70.17% described by Rogério et al. (2007) when 27%  
271 elephant grass (*Pennisetum purpureum*) in nature was replaced by sundried pineapple  
272 residues in lamb diets. It is important to highlight that in the aforementioned study, lignin  
273 content was 13.85% while in the current study the highest observed concentration was 3.49%.

274 It is known that the nutritive value of food is determined not only by the concentration  
275 of nutrients in the food, but also by the amount ingested and proportion that it is digested. In  
276 this research, DM and OM digestibility for 40% of banana pseudostem hay was 10.95% and  
277 11.42%, respectively, superior to the treatments with banana leaf hay. These factors can  
278 positively interfere on animal performance, as reported by Geraseev et al. (2013). The authors  
279 observed that when these residues were added to the diets of growing lambs, increased weight  
280 gain was observed for mean daily weights of diets with 20 and 40% of pseudostem hay in  
281 comparison to leaf hay.

282 The diets did not influence ( $P>0.05$ ) the coefficient of CP digestibility, with a mean  
283 value of 68.62% (Table 4). This behavior is justified by the level of this nutrient and NIAD  
284 content in the diet, as the diets were formulated with fixed values of 16% CP and no effect of  
285 treatment ( $P>0.05$ ) was observed on the intake of this nutrient (Table 3).

286 The digestibility of forage is mainly related to the composition of cellular wall and the  
287 access of luminal microorganisms to the tissues of the plant. Thereby, the presence of lignin  
288 in this fraction may interfere on the use of fibrous carbohydrate (MOORE; JUNG, 2001). In  
289 this study, the inclusion of 40% banana leaf hay reduced NDF digestibility (Table 4) in  
290 relation to the treatments with the addition of 40% *Cynodon* spp. hay and pseudostem hay.  
291 These results may berelated to the higher percentage of ADF and higher content of lignin  
292 (Table 2) in this treatment, in comparison to the diets containing *Cynodon* spp. and  
293 pseudostem hays. This information is based on the lower IVDMD (57.8%) of this forage  
294 (Table 1) and on the content of lignin and IVDMD of *Cynodon* spp. and pseudostem hays,  
295 which were similar and higher than those obtained for leaf hay. Therefore, the fine details of  
296 these treatments seems unavailable to the luminal flora due to the barrier of lignin polymers.

297 The inclusion of 40% pseudostem hay resulted in increase of ADF digestibility  
298 ( $P\leq 0.05$ ) in relation to 40% banana leaf hay. The levels of inclusion and the type of residue  
299 used, however, did not influence the digestibility of this fraction when compared to *Cynodon*  
300 spp. hay (Table 4). These variations followed the same behavior of lignin content of the  
301 forage, as ADF is composed by cellulose and lignin, wherein the higher the lignin content the  
302 lower the ADF digestibility.

303 Similar results were obtained by Rogério et al. (2007) when evaluating the  
304 digestibility of fibrous components in diets containing up to 27% substitution of elephant  
305 grass *in natura* for sun dried pineapple residues and 73% concentrate in diets of lambs

306 weighing 32 kg. Lower ADF digestibility was found when byproduct was included and  
 307 discrete increase of lignin content (13.0 to 13.9%).

308 Despite the higher NFC concentration in diets containing banana pseudostem hay  
 309 (Table 2), no effect on this nutrient intake was observed, which can justify the similarity of  
 310 the digestibility of this fraction ( $P>0.05$ ).

311 No effect ( $P>0.05$ ) of diet was reported on the concentration of SCFA and the  
 312 acetate:propionate proportion (A:P). The inclusion of banana leaf hay increased the A:P  
 313 proportion when leaf hay was compared to pseudostem hay (Table 5). The molar proportions  
 314 observed for SCFA in the ruminal liquid remained in the expected range of 54 to 74% for  
 315 acetate, 16 to 27% for propionate and 6 to 15% for butyrate, in accordance with the literature  
 316 (COELHO DA SILVA; LEÃO, 1979).

317 Table 5 - Mean concentration of short chain fatty acids (SCFA) and acetate:propionate  
 318 proportion (A:P) of luminal liquid of lambs fed on diets containing banana culture residues

Item	Levels of inclusion					CV (%)
	0%	40% FFB	20% FFB	40% FPB	20% FPB	
SCFA Concentration (mM/mL)						
Acetate	34.12	29.01	36.08	31.45	40.4	28.9
Propionate	10.9	8.2	10.1	11.6	13.0	30.6
Butyrate	5.7	3.8	5.6	5.8	6.6	30.3
Isobutyrate	0.8	0.8	0.9	0.6	1.1	25.5
Isovalerate	1.4	1.4	1.6	1.0	1.7	27.2
Valerate	0.5	0.4	0.5	0.4	0.7	33.3
A:P	3.2ab	3.5a	3.5a	2.8b	3.1ab	9.0
Total VFA	53.4	43.6	54.7	50.8	63.5	26.7

Molar Proportion (%) of SCFA

Acetate	63.8	66.5	65.8	61.8	63.6	3.4
Propionate	20.4ab	18.8b	18.4b	22.8 <sup>a</sup>	20.4ab	9.7
Butyrate	10.6ab	8.7b	10.2ab	11.4.a	10.3ab	10.9

319 40% Cyno = 40% *Cynodon* spp. hay, 40% FFB = 40% banana leafhay, 20% FFB = 20%  
 320 banana leafhay and 20% *Cynodon* spp. hay, 40% FPB = 40% banana pseudostem hay, 20%  
 321 FPB = 20% banana pseudostem hay and 20% *Cynodon* spp. hay. Means followed by different  
 322 letters differ by the Tukey Test ( $P < 0.05$ ).

323 The majority of energy required by ruminants can be supplied by SCFA and is directly  
 324 related to the conditions of fermentation and to the control of luminal environment, in which  
 325 diets with greater digestibility normally result in higher SCFA ruminal concentration  
 326 (GILAVERTE et al., 2011). In this study, in general, the highest digestibility coefficient of  
 327 nutrients observed for the inclusion of 40% pseudostem hay did not influence ( $P > 0.05$ ) the  
 328 total production of SCFA that was similar in all tested diets (Table 5).

329 The inclusion of banana culture residues did not influence ( $P > 0.05$ ) the molar  
 330 proportion of acetate in the diets, with a mean of 64.3% (Table 5). This fact may have  
 331 occurred due to active degradation from the microbial population, considering that ruminal  
 332 pH was maintained close to neutral in all treatments. In this way, no inhibition of cellulolytic  
 333 bacteria likely occurred, which would be expected for diets with high proportions of  
 334 concentrate, as occurred in this study. However, it is important to highlight that the pH mean  
 335 was  $7.0 \pm 0.15$ , which may be influenced by the methodology used in the study, considering  
 336 that the ruminal liquid was collected 12 hours post-fasting.

337 The addition of 40% pseudostem hay increased ( $P \leq 0.05$ ) the proportion of propionate  
 338 and butyrate in the ruminal fluid in comparison to the diet containing 40% leaf hay (Table 5).  
 339 The greater NFC concentration in pseudostem hay (Table 1) in relation to leaf hay, due to the



340 high ruminal degradation rate, and better fermentative quality (NUNES-OLIVEIRA et al.,  
341 2014) favours the production of propionate, which justifies these results.

342 The lower molar proportion (%) of propionate found in the treatment containing  
343 banana leaf hay in comparison to those with pseudostem hay may partially explain the  
344 acetate:propionate relationship observed for these treatments, considering that no significant  
345 difference ( $P < 0.05$ ) was observed for acetate production between the diets. These results are  
346 in accordance with previous studies (AMARNATH; BALAKRISHNAN, 2007a;  
347 AMARNATH; BALAKRISHNAN, 2007b) which reported higher propionate concentrations  
348 and lower acetate:propionate proportions in diets containing up to 40% concentrate and up to  
349 60% pseudostem when compared to those that banana leaf was added to in similar amounts.

350 The production of propionic acid is more energetically efficient, and theoretically,  
351 reduces the energy loss as methane that is normally associated to acetate production  
352 (RIVERA et al., 2010). Therefore, it is possible to highlight the hypothesis that when  
353 reducing the molar proportion of acetate:propionate, the inclusion of banana pseudostem hay  
354 enables an increase in the glycolytic potential of the diets, enhances the efficiency of energy  
355 metabolism and decreases the energy lost as methane.

## 356 **CONCLUSION**

357 The inclusion of 20 or 40% banana leaf and pseudostem hays in the diets of lamb did  
358 not influence intake and digestibility of the nutrients. The addition of banana pseudostem hay,  
359 however, at the levels evaluated, enables greater coefficients of nutrient digestibility when  
360 compared to banana leaf hay.

## 361 **ACKNOWLEDGEMENT**

362 To the Research Support Foundation of the State of Minas Gerais (Fundação de  
363 Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG) for the financial support of this  
364 research project.

365 **REFERENCES**

- 366 ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle.  
367 **Journal of Dairy Science**, v. 83, p. 1598-1624, 2000.
- 368 AMARNATH, R.; BALAKRISHNAN, V. Evaluation of the Banana (*Musa paradisiaca* )  
369 Plant By-product's Fermentation Characteristics to Asses Their Fodder Potential. International  
370 **Journal of Dairy Science**, v. 2, p. 217-225, 2007b.
- 371 AMARNATH, R.; BALAKRISHNAN,V. Assessment on the Replacement Value of the  
372 Banana (*Musa paradisiaca*) Plant By-Products for Their Fodder Potential in Complete Diet of  
373 Ruminants **Journal of Agricultural Research**, v. 2, p. 696-703, 2007a.
- 374 AZEVEDO, R. A de. et al. Desempenho de cordeiros alimentados com inclusão de torta de  
375 macaúba na dieta. **Pesquisa Agropecuária de Brasília**, v. 47, n. 11, p. 1663-1668, 2012.
- 376 BRAGA SOBRINHO, R. Integratedproduction of Annonaceae in Brasil. **Revista Brasileira**  
377 **de Fruticultura** n. 36, v.1, p. 102-107, 2014.
- 378 CABRAL FILHO, S. L. S. et al. Effect of sorghum tannins in sheep fed with high-concentrate  
379 diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n.6, p.1759-1766,  
380 2013.
- 381 COELHO DA SILVA, J. F. C.; LEÃO, M. I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**.  
382 Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p
- 383 DETMANN, E. et al. **Métodos para análise de alimentos, INCT –Ciência animal**.  
384 Visconde do Rio Branco, MG. Suprema. 2012.
- 385 FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS -  
386 FAO.**Market and Policy Analyses of Raw Materials, Horticulture and Tropical**  
387 **(RAMHOT) Products Team. Banana Market Review and Banana Statistics 2012-2013**.  
388 Rome, 2014.

389 GERASEEV, L. C. et al. Viabilidade econômica da utilização dos resíduos da bananicultura  
390 na alimentação de cordeiros confinados. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.  
391 14, n. 4, p.734-744, 2013.

392 GILAVERTE, S. et al. Digestibilidade da dieta, parâmetros ruminais e desempenho de ovinos  
393 Santa Inês alimentados com polpa cítrica peletizada e resíduo úmido de cervejaria. **Revista**  
394 **Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 3, p. 639-647, 2011.

395 HEMBADE, A. S.; NIRAS, V. V. Evaluation of Some Toxic Principles of Banana (*Musa*  
396 *sps.*)Plant. In: INTERNATIONAL JOURNAL OF GREEN AND HERBAL CHEMISTRY,  
397 2014, USA. **Anais...** USA: IJGHC, 2014. v. 3. n. 4. p. 1726-1729, 2014.

398 HIERMANN, A.; KARTNIG, T. H.; AZZAM, S. Ein Beitrag zur quantitativen Bestimmung der  
399 Procyanidine in *Crataegus*. **Scientia Pharm**, Wien, v. 54, p. 331-337, 1986.

400 HOLDEN, L. A. Comparison of methods *in vitro* dry matter digestibility for ten feeds.  
401 **Journal Dairy Science**.ed. 82, p.1791-1794. 1999

402 KAMRA, D.N. Rumen microbial ecosystem. **Current Science**, v. 89, n.1, p.124-134, 2005.

403 LIMA JUNIOR, D. M. et al. Fatores Antinutricionais para ruminantes.  
404 **Acta Veterinária Brasília**, v.3, n.4, p.132-143, 2010.

405 MOORE, K.; JUNG, H. J. G. Lignin and fiber digestion. **Journal of Range Management**, v.  
406 54, n. 4, p. 420-430, 2001.

407 MORENO, G. M. B. et al. Desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio em cordeiros  
408 alimentados com silagem de milho ou cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. **Revista**  
409 **Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 4, p. 853-860, 2010

410 NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small**  
411 **ruminants**. Washington: National Academy of Sciences, 2007. 362p.

412 NOCEK, J. E.; HART, S. P.; POLAN, C. E. 1987. Rumen ammonia concentrations as  
413 influenced by storage time, freezing and thawing, acid preservative, and method of ammonia  
414 determination. *J. Dairy Sci.*, 70: 601-607.

415 NUNES-OLIVEIRA, L. et al. Chemical composition, degradability and methane emission  
416 potential of banana crop residues for ruminants. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**,  
417 v. 17, p. 197-206, 2014.

418 PALMQUIST, D.; CONRAD, H. 1971. Origin of plasma fatty acid in lactating dairy cows  
419 fed high fat diets. *J. Dairy Sci.*, 54: 1025.

420 PRESTON, T. R. 1995. Biological and chemical analytical methods. In: Preston, TR (ed.),  
421 **Tropical animal feeding: a manual for research workers**. Rome: FAO, 1995. Cap.9 p. 191-  
422 264.

423 RAINERI, C.; SANTOS, F. F.; GAMEIRO, A. H. Ovinocultura de corte no Brasil: balanço  
424 de 2013 e perspectivas para 2014. *Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e*  
425 *Zootecnia do CRMV-SP*, v. 12, n. 3, p. 12-17, 2014.

426 RIVERA, A. R.; et al. Fermentação ruminal e produção de metano em bovinos alimentados  
427 com feno de capim-tifton 85 e concentrado com aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.  
428 39, n. 3, p. 61-624, 2010.

429 ROGÉRIO, M. C. P. et al. Valor nutritivo do resíduo da indústria processadora de abacaxi  
430 (*Ananas comosus L.*) em dietas para ovinos. Consumo, digestibilidade aparente e balanços  
431 energético e nitrogenado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59,  
432 n. 3, p. 773-781, 2007.

433 SANTOS, R. D. et al. Consumo e desempenho produtivo de ovinos alimentados com dietas  
434 que continham coprodutos do desfibramento do sisal. **Arquivo Brasileiro de Medicina**  
435 **Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 6, p. 1502-1510, 2011.

436 SAS - STATISTICAL ANALYSES SYSTEM. **SAS/STAT user's guide**. Cary: SAS Institute,  
437 2000

438 SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análises de alimentos: métodos químicos e**  
439 **biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2004.

440 SILVA, D. S. et al. Feno da maniçoba em dietas para ovinos: consumo dos nutrientes,  
441 digestibilidade aparente e balanço nitrogenado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5,  
442 p. 1685-1690, 2007.

443 SOUZA, O.; et al. Biodegradação de resíduos lignocelulósicos gerados na bananicultura e sua  
444 valorização para a produção de biogás. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e**  
445 **Ambiental**, v. 14, n. 4, p. 438 – 443, 2010.

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

448 VAN SOEST, P. J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by  
449 ruminants: voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **Journal**  
450 **animal Science**, v. 24, n. 3, p. 834-843, 1965.

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

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

- Os resíduos da bananicultura são promissores na alimentação de ovinos.
- A inclusão de até 40% de feno de folha ou pseudocaule de bananeira na alimentação de ovinos é possível, sem alteração no consumo de nutrientes pelos animais, concentração e proporção molar dos ácidos graxos de cadeia curta.
- A inclusão de 20 ou 40% do feno de pseudocaule possibilita maior aproveitamento dos nutrientes quando comparado a 40% do feno de folha

