



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA, DEGRADABILIDADE E POTENCIAL DE EMISSÃO DE
METANO DE RESÍDUOS DA BANANICULTURA PARA RUMINANTES**

LINCOLN NUNES OLIVEIRA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS

BRASÍLIA/DF
MARÇO DE 2012



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA, DEGRADABILIDADE E POTENCIAL DE EMISSÃO DE
METANO DE RESÍDUOS DA BANANICULTURA PARA RUMINANTES**

LINCOLN NUNES OLIVEIRA

ORIENTADOR: PROF. DR. SERGIO LÚCIO S. CABRAL FILHO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS ANIMAIS

PUBLICAÇÃO: 61/2012

**BRASÍLIA/DF
MARÇO DE 2012**

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA E CATALOGAÇÃO

OLIVEIRA, L. N. **Composição química, degradabilidade e potencial de emissão de metano de resíduos da bananicultura para ruminantes**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2012. 47 p. Dissertação de Mestrado.

Documento formal, autorizando a reprodução desta dissertação de mestrado para empréstimo ou comercialização, exclusivamente pra fins acadêmicos, foi passado pelo autor à Universidade de Brasília e encontra-se arquivado na Secretaria do Programa. O autor e o seu orientador reservam para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor ou do seu orientador. Citações são estimuladas, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA

Oliveira, Lincoln Nunes. **Composição química, degradabilidade e potencial de emissão de metano de resíduos da bananicultura para ruminantes**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, 2012. 47 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Animais) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, 2012.

1. Avaliação de alimentos. 2. Técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases. 3. Forrageiras alternativas. 4. Bananeira. 5. Metano. I. Cabral Filho, S. L. S. II. DSc.

CDD ou CDU
Agris / FAO

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**COMPOSIÇÃO QUÍMICA, DEGRADABILIDADE E POTENCIAL DE EMISSÃO DE
METANO DE RESÍDUOS DA BANANICULTURA PARA RUMINANTES**

LINCOLN NUNES OLIVEIRA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ANIMAIS,
COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO
GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS
ANIMAIS.**

APROVADA POR:

**SERGIO LUCIO SALOMON CABRAL FILHO, DSc. (Universidade de Brasília).
(ORIENTADOR). E-mail: slcabral@unb.br**

**LUCIANA CASTRO GERASEEV, DSc. (Universidade Federal de Minas Gerais).
(EXAMINADOR EXTERNO). E-mail: lgeraseev@ica.ufmg.br**

**ROBERTO GUIMARÃES JÚNIOR, DSc. (EMBRAPA/Cerrados). (EXAMINADOR
EXTERNO). E-mail: guimaraes@cpac.embrapa.br**

BRASÍLIA/DF, 07 de março de 2012.

DEDICATÓRIA

Ao meu avô, Joaquim Teófilo de Oliveira Filho ...

AGRADECIMENTOS

Ao professor, Sérgio Lúcio Salomon Cabral Filho, pelo acolhimento e orientação no Programa de Pós-Graduação em Ciências Animais na Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília (FAV/UnB).

Ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG) e ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (CENA/USP) pela contribuição em minha pesquisa.

À professora Luciana Castro Geraseev e ao professor Eduardo Robson Duarte, orientadores dos tempos de graduação no ICA/UFMG e grandes amigos, pelo apoio e colaboração no desenvolvimento de meus estudos.

Aos meus pais, Danilo Monteiro de Oliveira e Maria Bernadete Nunes Oliveira, e ao meu avô, Joaquim Teófilo de Oliveira Filho, pela educação de qualidade que me proporcionaram.

À minha esposa, Fernanda Santos Oliveira, pelo apoio e dedicação.

ÍNDICE

RESUMO	vi
ABSTRACT	viii
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABELAS	xi
CAPÍTULO 1	1
1 – INTRODUÇÃO	1
2 – REVISÃO DA LITERATURA	3
2.1 – A produção de ruminantes no Brasil	3
2.1.1 – Bovinocultura	3
2.1.2 – Ovinocultura e Caprinocultura	4
2.2 – Emissão de metano em sistemas de produção de ruminantes	7
2.3 – A bananicultura e a utilização de seus resíduos na alimentação de ruminantes	10
CAPÍTULO 2	15
RESUMO	15
ABSTRACT	17
1 – INTRODUÇÃO	19
2 – MATERIAIS E MÉTODOS	21
2.1 – Amostragem e preparo dos fenos	21
2.2 – Composição químico-bromatológica e pesquisa de taninos	23
2.3 – Ensaio <i>in vitro</i> de produção de gases	23
2.4 – Amostragem de gás e determinação de metano	26
2.5 – Determinação da degradabilidade da matéria seca	27
2.6 – Delineamento experimental	27
3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
3.1 – Composição químico-bromatológica e pesquisa de taninos	28
3.2 – Degradabilidade ruminal e cinética de fermentação da matéria seca	30
4 – CONCLUSÕES	38
5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

RESUMO

COMPOSIÇÃO QUÍMICA, DEGRADABILIDADE E POTENCIAL DE EMISSÃO DE METANO DE RESÍDUOS DA BANANICULTURA PARA RUMINANTES

Lincoln Nunes Oliveira¹

Sérgio Lúcio Salomon Cabral Filho²

1 – Zootecnista, Mestrando da UnB, Brasília – DF

2 – Zootecnista, Doutor, Professor da UnB, Brasília – DF

Considerando o potencial forrageiro dos resíduos da bananicultura e a necessidade de prover alternativas para alimentação dos ruminantes em períodos de escassez de pastagens, objetivou-se com este estudo avaliar o valor nutricional e a cinética de fermentação ruminal, comparando-se inóculos ovinos e bovinos, dos seguintes substratos: fenos de folhas de bananeiras (FL), de pseudocaulos de bananeiras (PS) e de coast-cross (CC), e níveis de inclusão de 50% de feno de folhas ou de pseudocaulos de bananeiras ao feno de coast-cross (FLCC e PSCC). Além de características químico-bromatológicas, determinou-se a produção cumulativa de gases, o potencial de emissão de metano, a degradabilidade ruminal e a presença de taninos. Cada substrato contou com três repetições por inóculo, sendo ainda utilizadas seis réplicas para avaliar a degradabilidade da matéria seca (DMS) e calcular a degradabilidade efetiva (DEF). Com 24 e 48 horas após a incubação dos substratos procedeu-se a coleta e armazenamento do gás para avaliar a concentração de metano por cromatografia gasosa. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 5 x 2, com os fatores representados pelos substratos e inóculos. Os dados referentes à

produção cumulativa de gases, DMS e volume de metano produzido por grama de matéria seca degradada, em diferentes períodos, foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, por meio do software SAS, sendo os parâmetros da cinética de fermentação ainda ajustados ao modelo de France. O feno de folhas de bananeiras apresentou o maior teor de proteína bruta (13,8%), enquanto que no feno de pseudocauls de bananeiras esse nutriente esteve em baixa concentração (3,5%). Apesar do baixo nível protéico, o substrato PS apresentou melhor qualidade da fração fibrosa, com menores valores de FDN (64,6%) e FDA (36,2%) e elevada proporção de carboidratos não fibrosos (28,4%), quando comparado ao feno de coast-cross (FDN = 77,8%; FDA = 45,1%; e CNF = 13,3%). As maiores produções cumulativas de gases foram verificadas para o PS, refletindo a sua maior DEF (76,3%). Esse substrato apresentou também as maiores emissões de metano, enquanto os menores valores foram observados para FL, FLCC e CC. A substituição de 50% de feno de coast-cross pelo feno de folhas ou de pseudocauls de bananeiras melhorou a qualidade fermentativa daquele substrato, sendo observado incremento de 22,9% a 36,0% na degradabilidade efetiva e de 11,9% a 59,1% no potencial máximo de produção de gases. As folhas e pseudocauls de bananeiras possuem características nutricionais que permitem seu uso como volumoso alternativo na alimentação de ruminantes, sendo que a inclusão de 50% de fenos de folhas ou de pseudocauls de bananeiras pode promover uma melhora do padrão de fermentação ruminal em dietas a base de gramíneas.

Palavras-chave: avaliação de alimentos; técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases; forrageiras alternativas; bananeira; metano.

ABSTRACT**CHEMICAL COMPOSITION, DEGRADABILITY AND METHANE EMISSION
POTENTIAL OF BANANA CROP WASTES FOR RUMINANTS**Lincoln Nunes Oliveira¹Sérgio Lúcio Salomon Cabral Filho²¹ – Zootechnist, UnB Master's Student, Brasília – DF² – Zootechnist, Doctor, UnB Professor, Brasília – DF

Considering the forage potential of banana crop residues and the necessity to provide alternatives for ruminant feed in times of shortage of pasture, aimed with this study to evaluate the nutritional value and the rumen fermentation kinetics, comparing inoculum from sheep and cattle, of the substrates: hays of banana leaves (BL), banana pseudostem (BP) and coast-cross (CC), and inclusion levels of 50% banana leaves or pseudostem hays to coast-cross hay (BLCC and BPCC). In addition to chemical analysis, was determined the cumulative gas production, the methane emission potential, ruminal degradability and the presence of tannins. Each sample included three repetitions per inoculum, with six replicates to evaluate the dry matter degradability and estimate the effective degradability (ED). After 24 and 48 hours of fermentation the gas was collected and storage to evaluate the methane concentration using gas chromatograph. The experimental design was completely randomized in 5 x 2 factorial, with the factors represented by substrates and inoculum. Data for cumulative gas production, degradability and volume of methane produced per gram of dry matter degraded at different periods, were subjected to variance analysis and the means was compared by Tukey test at 5% significance level using the SAS software, and the

fermentation kinetics parameters was estimated using the France model. The BL had the highest crude protein content (13.8%), while in BP this nutrient level was lower (3.5%). Despite the low protein level, the BP substrate had a high quality of fiber, with small values of neutral detergent fiber (64.6%) and acid detergent fiber (36.2%) and high proportion of non-fibrous carbohydrates (28.4%), when compared to the coast-cross hay (NDF = 77,8%; ADF = 45,1%; e NFC = 13,3%). The highest cumulative gas production were observed for BP, reflecting their greater ED (76.3%). This substrate also showed the largest emissions of methane, while the lowest values were observed for BL, BLCC and CC. The replacement of 50% coast-cross hay by banana leaves or banana pseudostem hay improved the fermentation quality of that substrate, being observed an increase of 22.9-36.0% in the effective degradability and 11.9-59.1% in the maximum gas production potential. The banana leaves and pseudostem have nutritional characteristics that allow its use as alternative forage in ruminant feed, and the inclusion of 50% of banana leaves or banana pseudostem hay can improve the standard of ruminal fermentation in diets based on grasses.

Keywords: food evaluation; semi-automated *in vitro* gas production technique; alternative forages; banana plant; methane.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	– Touceira de bananeira e as suas principais estruturas	12
Figura 02	– Bananeiras cv. Prata Anã no setor de Fruticultura do ICA/UFMG	21
Figura 03	– Amostra de pseudocaule (A) e folhas (B) de bananeiras, cv. Prata Anã ...	22
Figura 04	– Filtrado de líquido ruminal	24
Figura 05	– Leitura de pressão nos frascos de fermentação	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	– Distribuição regional e evolução do rebanho bovino brasileiro entre 2001 e 2010	4
Tabela 02	– Distribuição regional e evolução do rebanho ovino brasileiro entre 2001 e 2010	5
Tabela 03	– Distribuição regional e evolução do rebanho caprino brasileiro entre 2001 e 2010	6
Tabela 04	– Composição químico-bromatológica média de subprodutos da bananicultura	13
Tabela 05	– Composição químico-bromatológica média dos fenos de folhas de bananeiras (FL), pseudocauls de bananeiras (PS), coast-cross (CC), 50% FL + 50% CC (FLCC) e 50% PS + 50% CC (PSCC) ..	28
Tabela 06	– Degradabilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (%) após 24, 48 e 96 horas de fermentação em filtrado ruminal bovino e ovino de fenos de folhas de bananeiras (FL), pseudocauls de bananeiras (PS), coast-cross (CC), 50% FL + 50% CC (FLCC) e 50% PS + 50% CC (PSCC)	31
Tabela 07	– Parâmetros da cinética de fermentação da matéria seca de fenos de folhas de bananeiras (FL), pseudocauls de bananeiras (PS), coast-cross (CC), 50% FL + 50% CC (FLCC) e 50% PS + 50% CC (PSCC) em filtrado ruminal bovino e ovino	33
Tabela 08	– Médias da Produção Cumulativa de Gases (mL/gMS) com 24, 48 e 96 horas de fermentação de fenos de folhas de bananeiras (FL), pseudocauls de bananeiras (PS), coast-cross (CC), 50% FL + 50% CC (FLCC) e 50% PS + 50% CC (PSCC) em filtrado ruminal bovino e ovino	34
Tabela 09	– Volume de metano produzido por grama de matéria seca degradada VCH ₄ (mL/gMSD), durante 24 e 48 horas de processo fermentativo de fenos de folhas de bananeiras (FL), pseudocauls de bananeiras (PS), coast-cross (CC), 50% FL + 50% CC (FLCC) e 50% PS + 50% CC (PSCC) em filtrado ruminal bovino e ovino .	36

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO

A produção de ruminantes no Brasil caracteriza-se pela utilização de gramíneas tropicais como principal fonte de nutrientes. Esse alimento é disponibilizado geralmente na forma de pastagens, em sistemas predominantemente extensivos, sujeitando os animais à escassez periódica de forragem (Alencar & Pott, 2003).

A redução da oferta e o baixo valor nutricional das gramíneas no período de estiagem comprometem o desempenho dos animais e elevam a taxa de emissão de metano decorrente da fermentação entérica, um fator preocupante do ponto de vista ambiental nos dias atuais.

Visando contornar os problemas decorrentes da oferta sazonal de pastagens e reduzir os custos de produção, a utilização de resíduos agrícolas na dieta de ruminantes tem sido proposta.

A utilização dos resíduos de colheitas pode trazer benefícios à composição de dietas para ruminantes, garantindo, em muitos casos, a maior disponibilidade de alimentos e possível melhora da eficiência produtiva (Araújo & Alves, 2005), além de permitir uma destinação adequada e econômica desses subprodutos (Moraes, 2007).

A bananeira (*Musa spp*) é cultivada, quase exclusivamente, para a produção do fruto, destinado à alimentação humana. Entretanto, características como o ciclo de colheita curto e a produção constante ao longo do ano (Manica, 1997), a alta produção de resíduos culturais compostos principalmente por pseudocaules e folhas (Moreira, 1999), cujos teores de proteína bruta podem chegar a 17% (Ribeiro *et al.*, 2007), fazem dessa uma espécie com alto potencial de utilização na alimentação de ruminantes. Além disso, a presença de taninos

em diversas variedades de bananeiras (Olivo *et al.*, 2007) pode contribuir para a mitigação de metano entérico.

Além das análises químico-bromatológicas, a avaliação mais acurada de um alimento para ruminantes requer a estimativa de valores da cinética de fermentação ruminal e degradabilidade, que podem ser obtidos por meio da técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases (Theodorou *et al.*, 1994). Associada a essa técnica, a cromatografia gasosa, permite estimar o volume de metano produzido durante o processo fermentativo da forrageira em análise.

Objetivou-se com este estudo avaliar as características químico-bromatológicas, bem como a degradabilidade ruminal, a produção cumulativa de gases e o potencial de emissão de metano de fenos de folhas e de pseudocaules de bananeiras puros e em níveis de inclusão de 50% em substituição ao feno de coast-cross, comparando a utilização de inóculos das espécies ovina e bovina.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A produção de ruminantes no Brasil

Em 2010 o número de ruminantes no Brasil foi estimado em 236 milhões de cabeças, das quais 87% eram representados por bovinos, 7,4% por ovinos e 3,9% pelos caprinos (IBGE, 2011a).

2.1.1 Bovinocultura

Segundo dados da FAO (2011a), o Brasil possui o maior rebanho comercial de bovinos do mundo, estimado em 209,5 milhões de cabeças. Em números gerais, apenas a Índia, com 210,2 milhões de bovinos, é superior, porém, por razões culturais e religiosas, não participa do mercado mundial da carne bovina.

Na última década, o rebanho bovino brasileiro tem crescido de forma expressiva, cerca de 1,9% ao ano, com destaque para a região Norte, com crescimento acima de 5% ao ano, conforme apresentado na Tabela 1.

Dentre os estados brasileiros, o Mato Grosso é o que responde pelo maior número de bovinos, com pouco mais de 28 milhões de cabeças, seguido por Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Goiás, com 22,7, 22,3 e 21,3 milhões de animais, respectivamente. Enquanto os estados da região Centro Oeste se destacam com a pecuária de corte, respondendo por 34,7% dos 29,2 milhões de bovinos abatidos no país em 2010, o Sudeste tem grande importância também na produção leiteira, com 35,5% dos 30,7 bilhões de

litros de leite produzidos naquele ano, Minas Gerais contribuindo com 27,3% desse total (IBGE, 2011a).

Tabela 1 - Distribuição regional e evolução do rebanho bovino brasileiro entre 2001 e 2010

Brasil e Região Geográfica	Rebanho bovino		Evolução do rebanho (2001-2010)
	2001	2010	
Brasil	176.388.726	209.541.109	+18,8%
Centro-Oeste	61.787.299	72.559.996	+17,4%
Norte	27.284.210	42.100.695	+54,3%
Sudeste	37.118.765	38.251.950	+3,1%
Nordeste	23.414.017	28.762.119	+22,8%
Sul	26.784.435	27.866.349	+4,0%

Fonte: Adaptada de IBGE (2011a).

Do efetivo total de bovinos no Brasil, 11% correspondem ao gado leiteiro, enquanto a maioria expressiva de 89% é representada por animais de corte, o que coloca o país como o maior exportador mundial de carne bovina (FAO, 2011b). Conforme relatório da Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (ABIEC, 2011), em 2010, as exportações de carne bovina brasileira somaram um total de 1.248.262 toneladas, 79% desse montante representado por produtos *in natura*, 11% por carne industrializada e o restante distribuído entre tripas, miúdos e salgas, gerando para o país cerca de 4,8 bilhões de dólares. De acordo com projeções do USFAPRI (2010), a liderança do Brasil no mercado mundial de carne bovina deverá ser mantida nos próximos anos e em 2019 o país poderá responder por 41,2% de toda a exportação mundial do produto.

2.1.2 Ovinocultura e caprinocultura

A ovinocultura e a caprinocultura são atividades amplamente difundidas em todo o mundo, visando à produção, principalmente, de leite e carne.

Segundo dados da FAO (2011b), a produção mundial de carnes ovinas contabilizou, em 2010, 8,5 milhões de toneladas, sendo registrado na última década um incremento na produção de 11,6%. Nesse mercado, a China aparece como o maior produtor,

com 24,2% do total, sendo responsável também pela maior parcela do mercado de carnes caprinas, com 36,4% do montante de 5,1 milhões de toneladas produzidas em 2010, com incremento de 35,9% ao ano entre 2001 e 2010.

Em relação ao mercado global de lácteos, em 2010 foram produzidos 16,6 milhões de toneladas de leite de cabra e 10,0 milhões de toneladas de leite de ovelha (FAO, 2011b). No Brasil, no entanto, somente a produção de leite caprino tem importância mercadológica, respondendo por 0,88% da produção e pela 19ª posição mundial, sendo a produção ovina de leite ainda muito restrita e não contabilizada por instituições oficiais.

A lã, apesar do surgimento dos tecidos sintéticos na década de 80 que culminou em uma crise mundial daquele produto (Viana & Sousa, 2007), ainda é de grande importância para ovinocultura e em 2010 contabilizou pouco mais de 2 milhões de toneladas produzidas no mundo (FAO, 2011b).

Apesar da participação do Brasil no agronegócio da carne ovina e da lã ainda ser relativamente pequena, respectivamente 0,95% e 0,47% (FAO, 2011b), e não haver números contabilizados na produção de leite dessa espécie no país, recentemente tem-se verificado um crescimento satisfatório do rebanho nacional, na ordem de 1,8% ao ano entre 2001 e 2010, conforme dados do IBGE (2011a) apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Distribuição regional e evolução do rebanho ovino brasileiro entre 2001 e 2010

Brasil e Região Geográfica	Rebanho ovino		Evolução do rebanho (2001-2010)
	2001	2010	
Brasil	14.638.925	17.380.581	+18,7%
Nordeste	8.060.619	9.857.754	+22,3%
Sul	5.047.811	4.886.541	-3,2%
Centro-Oeste	722.882	1.268.175	+75,4%
Sudeste	435.586	781.874	+79,5%
Norte	372.027	586.237	+57,6%

Fonte: Adaptada de IBGE (2011a).

Pelos dados da tabela anterior, verifica-se atualmente que a região Nordeste concentra a maior parcela do rebanho ovino nacional, com 56,7% do total. A ovinocultura, nessa localidade, é caracterizada, em grande parte, por animais deslanados e com baixas taxas de produtividade, normalmente criados em sistemas extensivos de pastagens nativas, como

alternativa de renda para os produtores, que têm a carne como o principal produto da atividade e o leite, a pele e o esterco como produtos secundários (EMATER, 2005).

Ao contrário das outras regiões, que tiveram significativo aumento no número de ovinos na última década, verifica-se que o Sul do país teve uma retração de 3,2% em seu plantel. Esse fato se deve a mudança do perfil regional da ovinocultura, antes voltada para a produção de lã e que, devido à crise internacional desse produto na década de 80, passou a se especializar na criação de animais com aptidão para corte (EMATER, 2005; Viana & Sousa, 2007).

Apesar das regiões Nordeste e Sul concentrarem aproximadamente 84% do plantel ovino brasileiro, verifica-se uma maior expansão da atividade nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Norte, com taxas de crescimento acima de 5% ao ano.

Diferente da ovinocultura, a caprinocultura em geral tem mostrado desaceleração no Brasil, com redução de 2,4% do rebanho nos últimos 10 anos (Tabela 3). A região Nordeste do Brasil, apesar de ser a responsável pela redução do número de caprinos nos últimos anos, ainda concentra 90,8% do rebanho nacional dessa espécie, sendo a Bahia o maior estado produtor, com quase 30% do efetivo nacional (IBGE, 2011a).

Tabela 3 - Distribuição regional e evolução do rebanho caprino brasileiro entre 2001 e 2010

Brasil e Região Geográfica	Rebanho caprino		Evolução do rebanho (2001-2010)
	2001	2010	
Brasil	9.537.439	9.312.784	-2,4%
Nordeste	8.908.722	8.458.578	-5,1%
Sul	187.020	343.325	+83,6%
Sudeste	210.762	233.407	+10,7%
Norte	138.791	164.047	+18,2%
Centro-Oeste	92.144	113.427	+23,1%

Fonte: Adaptada de IBGE (2011a).

A produção de carne caprina no Brasil em 2010 foi estimada em 30 mil toneladas, sendo esse um produto secundário em relação ao leite de cabra para o país, que atingiu produção de 148 mil toneladas no mesmo ano (FAO, 2011b). A Paraíba e o Rio Grande do Norte, em função de compras governamentais daqueles estados para a merenda escolar, são responsáveis pelas maiores produções de leite de cabra no país, somando 28 mil litros de leite produzidos diariamente (Banco do Brasil, 2010).

No Nordeste, enquanto a caprinocultura de corte é praticada, predominantemente, em sistemas extensivos, com a utilização de forrageiras tropicais ou espécies nativas da Caatinga, implicando em baixos índices produtivos, a caprinocultura leiteira se desenvolve de forma semi-intensiva, ou intensiva, quando próxima aos grandes centros urbanos (Gonçalves *et al.*, 2008). No Sudeste, onde estão localizados importantes pólos de produção de leite de cabra, quase que exclusivamente destinados à produção de queijos finos e outros derivados, a caprinocultura se desenvolve em sistemas intensivos, enquanto no Centro-Oeste e no Sul do país essa atividade é ainda incipiente (Silva, 1998).

2.2 Emissão de metano em sistemas de produção de ruminantes

O grupo dos gases de efeito estufa engloba, dentre outros gases, o metano (CH_4), o dióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorcarbonos (HFC's), perfluorcarbonos (PFC's) e hexafluorido de enxofre (SF_6), sendo os três primeiros relacionados à atividade agrícola (FAO, 2006; IPCC, 2007).

Em nível global, a agricultura contribui com aproximadamente 20% das emissões antrópicas de GEE's (Houghton *et al.*, 2001). No Brasil, estima-se que 75% das emissões de CO_2 , 91% das emissões de CH_4 e 94% das emissões de N_2O sejam provenientes desse setor (Cerri & Cerri, 2007), no qual a emissão de metano vem ganhando destaque devido ao seu alto poder de aquecimento global, 25 vezes superior ao do dióxido de carbono (IPCC, 2007).

Segundo levantamento da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos – USEPA (2011), em 2009 a emissão de CH_4 correspondeu a 10,3% do total de gases, sendo a fermentação entérica a segunda maior fonte, com aproximadamente 20,4% de contribuição.

No Brasil, a fermentação entérica em ruminantes tem sido apontada como importante fonte de CH_4 , o que se deve a presença do maior rebanho comercial de bovinos do mundo, os quais são responsáveis por aproximadamente 94% das emissões de metano provenientes da pecuária no país, com destaque para a categoria de bovinos de corte, com quase 80% dessa parcela (Brasil-MCT, 2006).

A maior parte do metano produzido durante a fermentação ruminal é eliminada via eructação, na proporção de 66% de dióxido de carbono, 33% de metano e 1% de outros

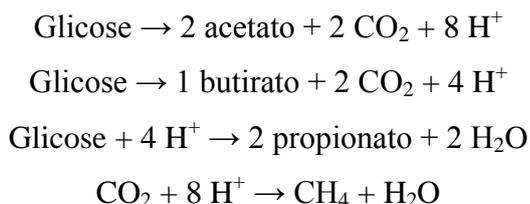
gases, porém, uma pequena parcela pode ser eliminada via respiração, após ser absorvida pela parede ruminal e chegar à corrente sanguínea (Kozloski, 2002).

Além das preocupações ambientais, a produção de metano por microorganismos ruminais e intestinais e a sua eliminação corresponde a uma perda energética para o animal de até 13% em relação à energia bruta (EB) do alimento ingerido (Lana *et al.*, 1998).

Estratégias para a mitigação de metano entérico por ruminantes têm sido estudadas sob diversos aspectos, grande parte associadas à qualidade da dieta, seja pela utilização de alimentos cuja fermentação implique em uma menor relação acetato:propionato, uso de espécies vegetais que contenham em sua composição substâncias que atenuem a ação de microorganismos metanogênicos ou ainda pelo uso de aditivos com essa função (Johnson & Johnson, 1995; Pedreira *et al.*, 2005, Rivera *et al.*, 2010). Segundo estudo do IPCC (1995), a melhora na qualidade da dieta de ruminantes pode implicar reduções da ordem de 15% a 56% nas emissões mundiais de metano pela pecuária.

A fermentação do alimento ingerido no rúmen converte os carboidratos (CHO) em ácidos graxos de cadeia curta (AGCC). Esse processo é acompanhado pela produção de hidrogênio (H), o qual é utilizado em parte para crescimento microbiano e saturação de ácidos graxos de cadeia longa, sendo grande parte do excedente utilizado por bactérias e protozoários para a produção de metano (Stradiotti Júnior *et al.*, 2004).

O hidrogênio é produzido em maior ou menor concentração em função da proporção entre os principais AGCC: acetato, butirato e propionato (Maynard *et al.*, 1984; Mackie *et al.*, 2002). A produção de acetato e butirato resultam em liberação líquida de H, enquanto a formação de propionato, por ser uma via competitiva de utilização de H no rúmen, reduz a disponibilidade desse substrato para a metanogênese (Peixoto, 1995), conforme descrito por Van Soest (1994):



A substituição de carboidratos fibrosos (celulose e hemiceluloses) por carboidratos não fibrosos (amido, açúcares e pectina), obtidas por meio do aumento da relação concentrado:volumoso ou pela utilização de forrageiras de melhor qualidade, resulta em significativas modificações nas condições físico-químicas do rúmen e na população microbiana, favorecendo a produção de propionato em detrimento do acetato e, assim, reduzindo a proporção da energia dietética convertida para metano (Blaxter & Clapperton, 1965; Lascano & Cárdenas, 2010, Machado *et al.*, 2011).

Segundo Lana & Russel (2001), a utilização de 90% de concentrado na alimentação de bovinos reduziu a relação acetato:propionato, que antes era de 4:1 em uma dieta contendo somente volumoso, para 1,5:1. Nesse mesmo estudo, em testes *in vitro*, os autores verificaram que bactérias provenientes da dieta rica em concentrado produziram menos acetato, mais propionato e menos metano que bactérias provenientes de dieta à base de volumoso, com taxas de acetato:propionato de 1,75:1 e 3,75:1, respectivamente.

A formação de metano em dietas contendo de 30 a 40% de concentrado corresponde de 6 a 7% da EB ingerida, sendo essas perdas reduzidas para 2 a 3% em dietas contendo de 80 a 90% de concentrado (Lovett, *et al.*, 2003; Beauchemin e McGinn, 2005; IPCC, 2006).

Apesar do aumento no uso de alimentos concentrados favorecer a redução das perdas energéticas por metano, as possíveis consequências metabólicas de dietas com elevado teor de carboidratos não fibrosos, como acidose ruminal e redução da vida produtiva dos animais, bem como a viabilidade econômica questionável desses sistemas em países com condições favoráveis à utilização de pastagens, como o Brasil, devem ser consideradas (Machado *et al.*, 2011). Assim, diversos estudos têm sido conduzidos a fim de verificar a influência do tipo de volumoso ingerido sobre as taxas formação de metano em ruminantes.

A seleção de forrageiras tropicais devido às diferenças significativas na composição química das mesmas, assim como as práticas de manejo em relação ao tipo de processamento ou método de conservação do alimento, pode contribuir na mitigação de metano entérico por ruminantes. Segundo Beauchemin *et al.* (2008), a formação de metano tende a ser menor em animais alimentados com silagens, quando em comparação aos fenos. A moagem e a peletização de forragens também pode contribuir com 20 a 40% na redução de metano (Blaxter, 1989).

A presença de metabólitos secundários, principalmente os taninos, contidos em diversas leguminosas, também tem sido associada à menor formação de CH₄ ruminal e a melhora do processo digestivo dos animais, embora possam provocar efeitos negativos sobre o desempenho e saúde animal, quando em altas concentrações (Morais *et al.*, 2006; Longo, 2007; Beauchemin *et al.*, 2008).

Puchala *et al.* (2005), avaliando o efeito de taninos condensados sobre a emissão de metano, observaram que caprinos alimentados com *Lespedeza cuneata*, leguminosa abundante nos Estados Unidos e rica em taninos condensados, emitiram menor volume de metano do que os animais que receberam gramíneas das espécies *Digitaria ischaemum* e *Festuca arundinacea*. Os autores verificaram ainda que aquela leguminosa esteve associada a maiores níveis de ingestão de matéria seca e digestibilidade. Woodward *et al.* (2001) também verificaram que ovinos alimentados com a leguminosa *Lotus pedunculatus* produziram menor quantidade de metano por unidade de matéria seca ingerida, quando comparados aos animais alimentados com azevém (*Lolium multiflorum*) ou alfafa (*Medicago sativa*). Segundo os autores os taninos condensados presentes naquela leguminosa atuam diretamente na metanogênese inibindo o desenvolvimento e ação de microorganismos metanogênicos e, indiretamente, reduzindo a formação de hidrogênio livre.

Além das leguminosas, diversas espécies vegetais possuem taninos em sua composição, algumas ainda com características químicas e agronômicas interessantes e que se assemelham a de grupos de forrageiras comumente utilizadas na alimentação de ruminantes no Brasil.

2.3 A bananicultura e a utilização de seus resíduos na alimentação de ruminantes

O Brasil é um dos cinco maiores produtores mundiais de banana, tendo contribuído em 2010 com o equivalente a 6.978.310 toneladas ou 6,8% da produção global do fruto, cultivado em uma área próxima de 487 mil hectares (FAO, 2011c).

De acordo com dados do IBGE (2011b), de 2001 a 2010, a produção de bananas no Brasil demonstrou crescimento de 12,7%, com destaque para as regiões Nordeste e Sudeste, responsáveis por 38,1% e 32,0% da produção do fruto, respectivamente. São Paulo,

Bahia, Santa Catarina, Minas Gerais e Pará aparecem como os principais estados produtores, sendo as cultivares do subgrupo Prata (Prata, Pacovan e Prata-anã) as mais difundidas, representando 60% da área cultivada com banana no país (Oliveira *et al.*, 2008).

No cenário nacional, a bananicultura é praticada, em sua maioria, por pequenos agricultores, exercendo importante papel econômico e social, contribuindo ainda para a fixação da mão-de-obra no campo, gerando, segundo estimativas, 500 mil empregos diretos (Anuário..., 2009). Além disso, a banana representa importante fonte de nutrientes na alimentação humana, principalmente de crianças, sendo o fruto com o maior consumo anual per capita, próximo de 35 kg (Matsuura *et al.*, 2004).

Apesar de sua importância primária estar relacionada à produção do fruto, a bananeira pode ser utilizada para outros fins, em função de suas características agronômicas.

A bananeira (*Musa* spp) é uma planta monocotiledônea, da família Musaceae, originária da Ásia, mas que se adaptou muito bem às regiões tropicais, onde é cultivada pelo seu fruto (Souza, 2010). Com ciclo relativamente curto, a colheita da banana ocorre de 12 a 14 meses após o plantio das mudas e se mantém constante ao longo do ano a partir dos novos rebentos, que se desenvolvem a partir das gemas laterais do rizoma (Manica, 1997).

As práticas culturais aplicadas à bananicultura podem produzir uma quantidade de até 200 toneladas/hectare/ano de massa verde residual (Moreira, 1999), o que corresponde a aproximadamente 28 toneladas de matéria seca, composta, principalmente, por pseudocaules e folhas.

A touceira de uma bananeira (Figura 1) é constituída por vários rebentos, que correspondem à primeira (mãe), segunda (filho), terceira (neto) e demais gerações da muda original. Recomenda-se que sejam mantidas nas touceiras somente as mães, um filho e um neto, com o objetivo de promover uma produção de forma sequencial. Para isso, deve-se realizar periodicamente o desbaste, eliminando o excesso de rebentos quando atingem entre 20 e 30 cm de altura (Alves, 1999).

Uma planta de banana pode emitir de 30 a 70 folhas, que devem ser retiradas quando secas, velhas ou quebradas. Essa prática, conhecida como desfolha, permite melhor arejamento e luminosidade interna no bananal, acelera o desenvolvimento dos rebentos, controla pragas e doenças e favorece a movimentação dentro da área de cultivo (Alves, 1999; Fancelli, 2003).

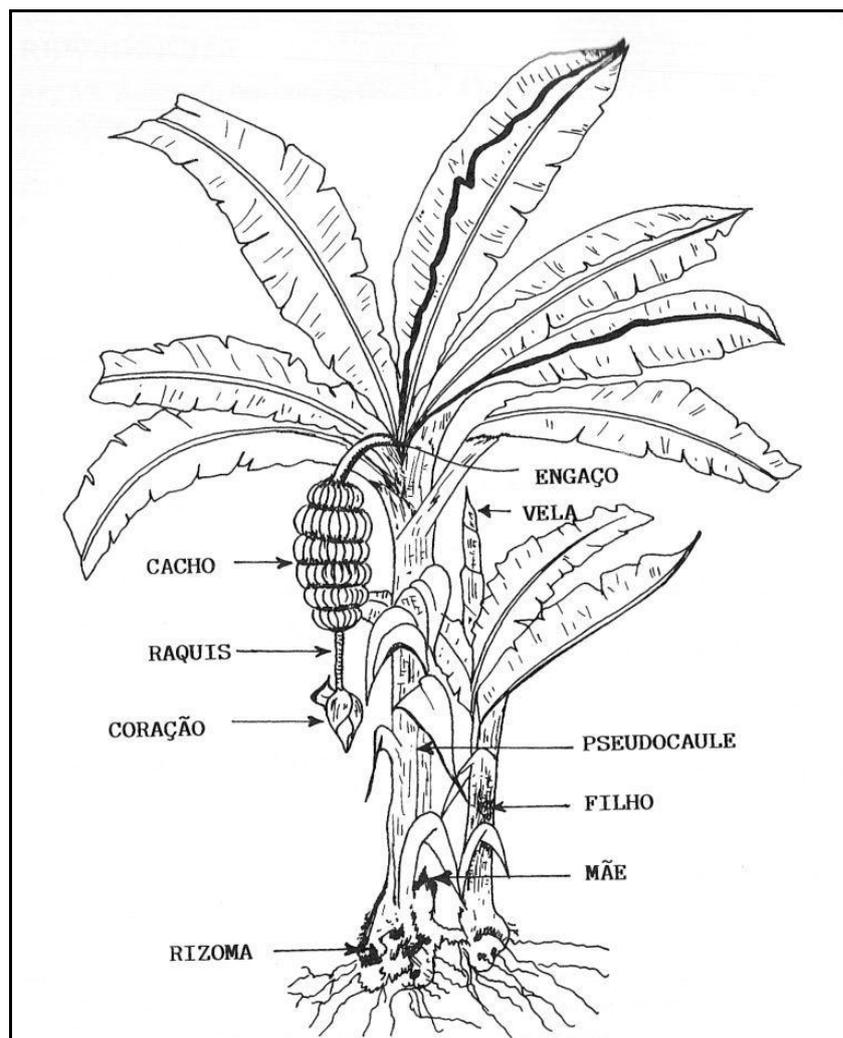


Figura 1 - Touceira de bananeira e as suas principais estruturas
Fonte: Alves (1999).

As bainhas foliares da bananeira, quando sobrepostas concentricamente, formam o pseudocaule, que representa o órgão de apoio das reservas amiláceas e hídricas da planta. Essas estruturas podem atingir dimensões que variam de 1,2 a 8 metros de altura, com diâmetro entre 10 e 50 centímetros e peso de até 100 kg, dependendo da cultivar (Alves, 1999).

Imediatamente após a colheita do cacho, recomenda-se o corte total ou parcial do pseudocaule da bananeira, juntamente com suas folhas. Os resíduos vegetais resultantes dessa e de outras práticas culturais são frequentemente incorporados ao solo, visando à melhoria de suas propriedades físicas e químicas. No entanto, quando manejados de maneira inadequada, podem representar fonte de disseminação de pragas e doenças da cultura (Moreira, 1999). Dessa forma, a utilização dos resíduos da bananicultura na alimentação de ruminantes tem sido recomendada (Garavello & Molina, 2005).

A composição bromatológica das diferentes partes das bananeiras pode variar, principalmente, em função do cultivar e da estrutura da planta (Tabela 4), o que explica a grande variação de resultados expressos na literatura.

Tabela 4 - Composição químico-bromatológica média de subprodutos da bananicultura

Partes da planta	Nutrientes (% MS)					
	MS	PB	EE	FB	MM	ENN
Toda a planta	14,30	10,40	-	-	-	-
Pseudocaule	7,01	4,48	-	-	-	-
Folhas frescas	14,75	18,98	3,23	26,90	11,80	39,68
Folhas desidratadas	92,31	10,69	6,33	32,77	17,79	22,40
Folhas ensiladas	17,30	7,50	2,70	30,00	14,80	45,10

Fonte: Adaptada de Andrade (1984).

Em estudos realizados por Ffoulkes *et al.* (1978), Bezerra *et al.* (2002) e Ribeiro *et al.* (2007) as análises bromatológicas da folha da bananeira revelaram teores de 17,6%, 12,1% e 17,2% de proteína bruta, respectivamente. Esses teores de proteína bruta encontrados na folha da bananeira aproximam-se das necessidades desse nutriente para bovinos e ovinos em crescimento (NRC, 2000; NRC, 2007).

De acordo com os resultados obtidos por Ruiz & Rowe (1980), a folha da bananeira pode ser incluída na alimentação de ruminantes sem afetar a produtividade, desde que fornecida uma pequena quantidade de proteína suplementar, possivelmente devido ao percentual significativo de nitrogênio indisponível. Fomunyam *et al.* (1992) concordam que deve ser fornecida uma suplementação adequada quando do uso da bananeira na alimentação desses animais e afirmam ainda que a bananeira também pode ser usada em substituição ao milho. Essa afirmação é reforçada por Garavello & Molina (2005) que compararam a silagem das folhas e do pseudocaule da bananeira à silagem de milho, quando utilizada na alimentação de ovinos.

Archimède *et al.* (2002), avaliando o sistema de produção animal consorciado com a bananicultura em uma propriedade rural, constataram um excelente consumo das diferentes partes da bananeira pelos ruminantes, principalmente por ovinos e caprinos. Porém,

Ruiz e Rowe (1980) observaram que o maior consumo de matéria seca ocorre quando fornecida somente as folhas da bananeira ou 50% de folhas de bananeira.

Segundo Ffoulkes & Preston (1977), a inclusão de 33% da folha da bananeira em uma dieta a base de cana para bovinos, além de manter o ganho de peso, resultou no aumento proporcional da matéria seca digestível e no melhor funcionamento do rúmen pelo estímulo da microbiota, sugerindo uma melhor qualidade da fibra da bananeira em relação à da cana de açúcar.

CAPÍTULO 2

RESUMO

COMPOSIÇÃO QUÍMICA, DEGRADABILIDADE E POTENCIAL DE EMISSÃO DE METANO DE RESÍDUOS DA BANANICULTURA PARA RUMINANTES

Considerando o potencial forrageiro de resíduos da bananicultura, objetivou-se com este estudo avaliar o valor nutricional e a cinética de fermentação ruminal dos seguintes substratos: fenos de folhas de bananeiras (FL), de pseudocaulos de bananeiras (PS) e de coast-cross (CC), e níveis de inclusão de 50% de feno de folhas ou de pseudocaulos de bananeiras ao feno de coast-cross (FLCC e PSCC). Além de análises químicas determinou-se, por meio da técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases, a produção cumulativa de gases e a degradabilidade da matéria seca (DMS) em inóculos das espécies ovina e bovina, sendo estimado ainda o potencial de emissão de metano por meio de cromatografia gasosa. Os parâmetros da cinética de fermentação foram ajustados ao modelo de France, obtendo-se a degradabilidade efetiva (DEF), potencial máximo de produção de gases (A), taxa de produção de gases (μ) e tempo de colonização (L). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 5 x 2 (substratos x inóculos). Os dados referentes à produção cumulativa de gases, DMS e volume de metano produzido por grama de matéria seca degradada, em diferentes períodos, foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, por meio do software SAS. Os

percentuais de proteína bruta para os substratos FL, PS, CC, FLCC e PSCC foram, respectivamente, 13,8%; 3,5%; 8,6%; 9,7% e 6,1%. Apesar do baixo nível proteico, o substrato PS apresentou maior teor de carboidratos não fibrosos (28,4%), seguido pelo FL (23,4%) e PSCC (23,4%), FLCC (20,0%) e CC (13,3%). As maiores produções cumulativas de gases foram verificadas para o PS, refletindo a sua maior DEF (76,3%). Esse substrato apresentou também as maiores emissões de metano, enquanto os menores valores foram observados para FL, FLCC e CC. A substituição de 50% de feno de coast-cross pelo feno de folhas ou de pseudocaulos de bananeiras melhorou a qualidade fermentativa daquele substrato, sendo observado incremento de 22,9% a 36,0% na degradabilidade efetiva e de 11,9% a 59,1% no potencial máximo de produção de gases. As folhas e pseudocaulos de bananeiras possuem características nutricionais que permitem seu uso como volumoso alternativo na alimentação de ruminantes, sendo que a inclusão de 50% de fenos de folhas ou de pseudocaulos de bananeiras pode promover uma melhora do padrão de fermentação ruminal em dietas a base de gramíneas.

Palavras-chave: avaliação de alimentos; técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases; forrageiras alternativas; bananeira; metano.

ABSTRACT

CHEMICAL COMPOSITION, DEGRADABILITY AND METHANE EMISSION POTENTIAL OF BANANA CROP WASTES FOR RUMINANTS

Considering the forage potential of banana crop residues, aimed with this study to evaluate the nutritional value and the rumen fermentation kinetics of the substrates: hays of banana leaves (BL), banana pseudostem (BP) and coast-cross (CC), and inclusion levels of 50% banana leaves or pseudostem hays to coast-cross hay (BLCC and BPCC). In addition to chemical analysis was determined, using the semi-automated in vitro gas production technique, the cumulative gas production and the dry matter degradability (DMD) in inoculum of sheep and cattle, being estimated the methane emission potential by gas chromatography. The kinetic parameters of fermentation are adjusted to the France model, obtaining the effective degradability (ED), maximum gas production potential (A), gas production rate (μ) and lag time (L). The experimental design was completely randomized in a factorial arrangement 5 x 2 (substrates x inoculum). Data for cumulative gas production, DMD and volume of methane produced per gram of dry matter degraded at different periods, were subjected to variance analysis and the means compared by Tukey test at 5% significance level, using the SAS[®] software. The crude protein for the substrates BL, BP, CC, BLCC and BPCC were respectively 13.8%, 3.5%, 8.6%, 9.7% and 6.1%. Despite the low protein level, the BP substrate had a higher content of non-fibrous carbohydrates (28.4%), followed by BL (23.4%) and BPCC (23.4%), BLCC (20.0%) and CC (13.3%). The highest cumulative gas production were observed for BP, reflecting their greater ED (76.3%). This substrate also showed the largest emissions of methane, while the lowest values were observed for BL, BLCC and CC. The replacement of 50% coast-cross hay by banana leaves or banana

pseudostem hays improved the fermentation quality of that substrate, being observed an increase of 22.9-36.0% in the effective degradability and 11.9-59.1% in the maximum gas production potential. The banana leaves and pseudostem have nutritional characteristics that allow its use as alternative forage in ruminant feed, and the inclusion of 50% of banana leaves or banana pseudostem hay can improve the standard of ruminal fermentation in diets based on grasses.

Keywords: food evaluation; semi-automated *in vitro* gas production technique; alternative forages; banana plant; methane.

1 INTRODUÇÃO

A produção de ruminantes no Brasil caracteriza-se pela utilização de gramíneas tropicais como principal fonte de nutrientes. Esse alimento é disponibilizado geralmente na forma de pastagens, em sistemas predominantemente extensivos, sujeitando os animais à escassez periódica de forragem (Alencar & Pott, 2003).

A redução da oferta e o baixo valor nutricional das gramíneas no período de estiagem comprometem o desempenho dos animais e elevam a taxa de emissão de metano decorrente da fermentação entérica, um fator preocupante do ponto de vista ambiental nos dias atuais.

Visando contornar os problemas decorrentes da oferta sazonal de pastagens e reduzir os custos de produção, a utilização de resíduos agrícolas na dieta de ruminantes tem sido proposta. A utilização dos resíduos de colheitas pode trazer benefícios à composição de dietas para ruminantes, garantindo, em muitos casos, a maior disponibilidade de alimentos e possível melhora da eficiência produtiva (Araújo & Alves, 2005), além de permitir uma destinação adequada e econômica desses subprodutos (Moraes, 2007).

Dentre as espécies cultivadas em larga escala no Brasil, a bananeira (*Musa* spp.) se destaca pela elevada produção de resíduos, podendo atingir até 200 toneladas/hectare/ano de matéria fresca (Moreira, 1999). Segundo Manica (1997), as folhas e os dois terços superiores dos pseudocaules, que constituem a maior parte dos subprodutos resultantes das práticas culturais da bananicultura, podem ser incorporados às rações fornecidas aos animais.

A composição bromatológica da bananeira varia, principalmente, em função do cultivar e da estrutura da planta. Em estudos realizados por Bezerra *et al.* (2002), as análises bromatológicas da folha e do pseudocaulo de bananeira revelaram teores de 12,1% e 3,3% de proteína bruta, respectivamente.

Segundo Ffoulkes & Preston (1977), a inclusão de 33% da folha da bananeira em uma dieta a base de cana para bovinos, além de manter o ganho de peso, resultou no aumento proporcional da matéria seca digestível e no melhor funcionamento do rúmen pelo estímulo da microbiota, sugerindo uma melhor qualidade da fibra da bananeira em relação à da cana de açúcar.

Além de constituir uma alternativa potencial de alimentação volumosa para ruminantes no período de estiagem, a presença de taninos em cultivares de bananeira, descrita por Olivo *et al.* (2007), pode favorecer a redução nas emissões de metano decorrente da fermentação entérica, uma vez que essa substância polifenólica tem sido associada à redução da atividade metanogênica (Woodward *et al.*, 2001; Waghorn, 2007).

Além das análises químico-bromatológicas, a avaliação mais acurada de um alimento para ruminantes requer a estimativa de valores da cinética de fermentação ruminal e degradabilidade, que podem ser obtidos por meio da técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases (Theodorou *et al.*, 1994). Associada a essa técnica, a cromatografia gasosa, permite estimar o volume de metano produzido durante o processo fermentativo da forrageira em análise.

Objetivou-se com este estudo avaliar as características químico-bromatológicas, bem como a degradabilidade ruminal, a produção cumulativa de gases e o potencial de emissão de metano de fenos de folhas e de pseudocaulos de bananeiras puros e em níveis de inclusão de 50% em substituição ao feno de coast-cross, comparando a utilização de inóculos das espécies ovina e bovina.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Amostragem e preparo dos fenos

A amostragem e o preparo dos fenos de partes de bananeiras foram conduzidos entre os meses de junho e agosto de 2010, no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG), localizado em Montes Claros, região norte do estado de Minas Gerais, latitude 16°44'06"S e longitude 43°51'43"O. No caso do feno de coast-cross, este foi adquirido comercialmente na mesma região.

De forma aleatória, selecionaram-se do Setor de Fruticultura da Fazenda-Escola do ICA/UFMG bananeiras da cultivar Prata Anã, que se encontravam no estágio de colheita dos frutos (Figura 2).



Figura 2 - Bananeiras cv. Prata Anã no setor de Fruticultura do ICA/UFMG
Fonte: Arquivo pessoal (2009).

A escolha da cultivar Prata Anã ocorreu em função da sua grande representatividade no setor da bananicultura, tanto em nível regional, onde ocorreu a coleta, quanto no cenário nacional, em que, juntamente com as outras cultivares do subgrupo Prata (Prata e Pacovan), representa 60% da área cultivada com banana no país (Oliveira *et al.*, 2008).

Das plantas selecionadas foram coletadas as folhas e os dois terços superiores dos pseudocaulos (Figura 3), partes estas consideradas resíduos das operações de manejo da cultura. Os materiais vegetais coletados passaram por ensiladeira regulada para corte de partículas entre 2 e 3 cm. O pseudocaulo, no entanto, foi primeiramente descamado com o auxílio de um facão e então passou por uma pré-murcha por 24h ao sol, para remoção do excesso de umidade.

Depois de triturado, os materiais foram distribuídos sobre piso cimentado em camadas de aproximadamente 10 cm, sendo revolvidos a cada duas horas para desidratação adequada. Após atingir umidade entre 10% e 12%, o que ocorreu entre 36 e 48 horas, os fenos foram acondicionados em sacos de polietileno, dispostos sobre estrados de madeira em local seco e ventilado. Amostras dos fenos foram trituradas em moinho tipo Willey com peneira de 1 mm e 5 mm para posteriores análises.



Figura 3 - Amostra de pseudocaulo (A) e folhas (B) de bananeiras cv. Prata Anã

Fonte: Arquivo pessoal (2009).

2.2 Composição químico-bromatológica e pesquisa de taninos

Os ensaios laboratoriais foram conduzidos no Laboratório de Nutrição Animal da Fazenda Água Limpa (FAL) da Universidade de Brasília (UnB), localizada na Região Administrativa de Vargem Bonita, Distrito Federal, latitude 15°94'49.23"S e longitude 47°93'15.44"O.

Os substratos compostos por fenos de folhas de bananeiras (FL), de pseudocaules de bananeiras (PS) e de coast-cross (CC), bem como das composições 50% FL + 50% CC (FLCC) e 50% PS + 50% CC (PSCC), foram submetidos a análises químico-bromatológicas para determinação de: matéria seca (MS) em estufa a 105°C; proteína bruta (PB) pelo método Kjeldhal (AOAC, 1995); fibra em detergente neutro (FDN); fibra em detergente ácido (FDA); proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) pelo método sequencial (Van Soest *et al.*, 1991); extrato etéreo (EE) pelo processo Soxhlet; e cinzas ou matéria mineral (MM), segundo AOAC (1995).

Os carboidratos totais (CT) foram estimados de acordo com a equação proposta por Sniffen *et al.* (1992), $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$, enquanto o teor de carboidratos não fibrosos (CNF) foi obtido pela diferença entre os teores de CT e de FDN corrigida para os valores de cinzas e proteína (FDN_{cp}), conforme Hall *et al.* (1999).

Conforme metodologias descritas em Matos (1997) e Mouco *et al.* (2003), foram realizados testes fitoquímicos para a pesquisa de taninos nos fenos de folhas e pseudocaules de bananeiras e de coast-cross. Tais testes são apenas qualitativos, permitindo apenas a identificação desses compostos por colorimetria e formação de precipitado, sem, no entanto, quantificá-los.

2.3 Ensaio *in vitro* de produção de gases

O ensaio *in vitro* de produção de gases foi realizado de acordo com Theodorou *et al.* (1994) com modificações de Mauricio *et al.* (1999).

Um bovino e dois ovinos machos, adultos, castrados, com fistula ruminal, provenientes da FAL/UnB, foram utilizados como doadores de líquido ruminal. O bovino encontrava-se mantido em pastagem de braquiária (*Brachiaria brizantha*), enquanto os ovinos permaneciam em baía recebendo tifton (*Cynodon dactylon*) fresco e picado no cocho. Ambos os grupos recebiam mistura mineral e água *ad libitum*, e, no caso dos ovinos, recebiam ainda 150g/animal/dia de suplementação concentrada.

Os conteúdos ruminais foram coletados pela manhã, após acesso dos animais ao volumoso, sendo então transferidos para garrafas térmicas previamente aquecidas a 39°C e levados imediatamente ao laboratório. O material coletado dos ovinos constituiu um *pool*, o qual foi mantido separado do conteúdo ruminal bovino a fim de verificar possíveis efeitos da espécie animal nos tratamentos.

No laboratório, o conteúdo ruminal de cada espécie foi homogeneizado e filtrado em duas camadas de tecido de algodão, sendo mantido em banho-maria a 39 °C sob saturação de CO₂ (Figura 4).



Figura 4 - Filtrado de líquido ruminal

Fonte: Silva (2010).

Amostras de 1,0g dos substratos a serem avaliados foram pesadas e lacradas em sacos de ANKOM[®] identificados. Para a fermentação das amostras utilizou-se frascos de vidro com volume aferido de 160 mL, previamente lavados com água destilada e secos em estufa. Aos frascos, previamente identificados e preenchidos com CO₂ visando à manutenção

do ambiente anaeróbio, foram adicionados os sacos contendo 1,0 g dos substratos a serem avaliados, conforme Beuvink & Spoelstra (1992), juntamente com 90 mL de meio de cultura tamponante (Theodorou *et al.*, 1994) e 10 mL do inóculo correspondente, sendo novamente preenchidos com CO₂ e vedados com rolhas de borracha. Após agitação manual, a fim de homogeneizar o conteúdo, os frascos foram dispostos aleatoriamente em estufa com circulação forçada de ar a 39 °C (tempo zero).

Foram incubados 196 frascos, 16 destes contendo apenas o líquido ruminal e o meio de cultura tamponante como controle (brancos), utilizados para determinar a produção de gás proveniente do conteúdo ruminal para posterior correção da produção líquida de gases. Os demais 180 frascos corresponderam a três repetições de cada tratamento (FL, PS, CC, FLCC e PSCC) por inóculo (ovino e bovino), com seis réplicas, correspondentes aos tempos 2, 6, 12, 24, 48 e 96 horas pós-incubação, utilizadas para posterior determinação da degradabilidade da matéria seca.

As leituras de pressão foram realizadas com 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 24, 30, 36, 48, 72 e 96 horas após a incubação, por meio de um transdutor de pressão modelo Press Data, conectado a uma válvula de três saídas, sendo uma saída ligada ao transdutor, outra a uma agulha 25 mm x 0,7 mm e a terceira livre para remoção do gás após a leitura (Figura 5).

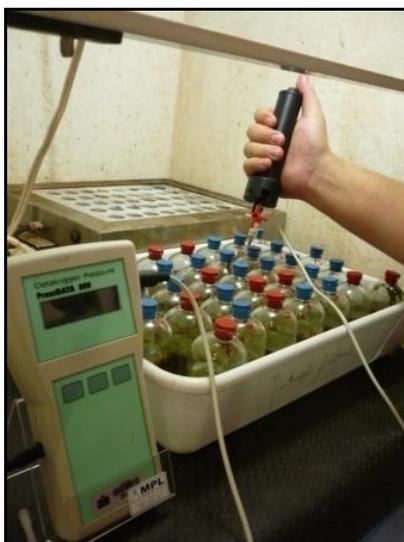


Figura 5 - Leitura de pressão nos frascos de fermentação

Fonte: Silva (2010).

Os dados de pressão obtidos em PSI foram transformados em volume de gás produzido por meio da equação descrita por Guimarães Júnior *et al.* (2008), para as condições

de temperatura e pressão atmosférica de Planaltina – DF: Volume (mL) = 4,50231 x pressão (PSI) + 0,05164 x pressão² (R² = 0,996).

A cinética de produção de gases em cada tratamento foi determinada segundo o modelo descrito por France *et al.* (1993), utilizando-se a ferramenta Solver presente no software Microsoft Excel 2010:

$$Y = A \{1 - \exp[-b(t-L) - c \times (\sqrt{t} - \sqrt{L})]\}, \text{ em que,}$$

Y = produção cumulativa de gases (mL);

A = potencial máximo de produção de gases (mL);

L = tempo de colonização ou lag time (h);

b (h⁻¹) e c (h^{-0,5}) = taxas fracionais constantes; e

t = tempo (h).

A taxa fracional média (h⁻¹) de produção de gases (μ) foi calculada como:

$$\mu = b + \frac{c}{2\sqrt{t}}, \text{ em que:}$$

μ = taxa de produção de gases (h⁻¹).

2.4 Amostragem de gás e determinação de metano

Após a leitura de pressão, nos tempos 24 e 48 horas pós-incubação, procedeu-se a coleta e armazenamento do gás proveniente de seis frascos de cada tratamento, três por inóculo, para determinação da concentração de metano. O gás contido em cada frasco foi removido por meio de seringas plásticas até zerar a leitura apresentada no transdutor de pressão. Uma alíquota de aproximadamente 5 mL do gás coletado foi então transferida para um vacuum-container com capacidade para 10 mL.

O percentual de metano produzido foi determinado no Laboratório de Análises de Alimentos – LANA, do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo – CENA/USP, em Piracicaba – SP, por meio de detector de ionização de chama em cromatógrafo gasoso Shimatzu 14A, com gás metano padrão a 50%, temperatura de 240°C para o detector e 60°C para a coluna.

A partir do percentual de metano emitido, calculou-se o seu volume correspondente à produção acumulada de gás em 24 e 48 horas de processo fermentativo, corrigido para cada um grama de matéria seca degradada.

2.5 Determinação da degradabilidade da matéria seca

Após a leitura e coleta de gás, nos tempos 2, 6, 12, 24, 48 e 96 horas pós-incubação, seis frascos de cada tratamento, três por inóculo, foram retirados e colocados em gelo, para interromper a fermentação. De cada frasco removeu-se o saco contendo o resíduo da amostra não degradada, sendo este submetido a uma série de lavagens com água destilada, seguida por lavagem com acetona e enxágue, para remoção da massa microbiana. Em seguida os sacos contendo os respectivos resíduos sólidos foram levados à estufa a uma temperatura de 105 °C por 48 horas, tempo no qual já havia se atingido peso constante. A degradabilidade aparente da matéria seca (DAMS), nos diferentes períodos, foi então obtida pela diferença de peso entre a matéria seca da amostra antes e após a incubação.

As degradabilidades efetivas (DEF), empregando taxa de passagem de 2%/h, foram calculadas pela equação proposta por France *et al.* (1993), utilizando-se a ferramenta Solver presente no software Microsoft Excel 2010:

$$DEF = S_0 e^{-kT} (1 - kI) / (S_0 + U_0), \text{ em que:}$$

k = taxa de passagem;

S_0 = frações inicialmente fermentáveis;

U_0 = frações não fermentáveis;

$$I = \int_L^\infty \exp -[(b + k)(t - T) + c(\sqrt{t} - \sqrt{T})] dt$$

2.6 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 5 x 2, com os fatores representados pelos substratos (FL, PS, CC, FLCC e PSCC) e inóculos (ovino e bovino). Os dados referentes à produção cumulativa de gases, degradabilidade ruminal da MS e volume de metano por grama de MS degradada, obtidos em diferentes intervalos de tempo, foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, por meio do software SAS (2000).

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a confecção dos fenos triturados, o pseudocaulo de bananeira apresentou características desfavoráveis a esse método de conservação de forrageiras, pois além de apresentar alto percentual de umidade, suas características físicas dificultam o processo de corte, causando acúmulo de material vegetal no mecanismo de corte da trituradora.

3.1 – Composição químico-bromatológica e pesquisa de taninos

A composição químico-bromatológica dos diferentes substratos avaliados encontra-se na Tabela 5.

Tabela 5 - Composição químico-bromatológica média dos fenos de folhas de bananeiras (FL), pseudocaulos de bananeiras (PS), coast-cross (CC), 50% FL + 50% CC (FLCC) e 50% PS + 50% CC (PSCC)

TRAT.	MS (%)	PB (%)	MM (%)	EE (%)	FDN (%)	FDA (%)	PIDN (%)	PIDA (%)	CT (%)	CNF (%)
FL	92,72	13,86	9,78	5,26	61,14	38,71	54,31	21,22	71,10	23,47
PS	93,04	3,56	12,45	1,33	64,61	36,27	66,20	20,23	82,66	28,45
CC	92,53	8,64	5,52	3,80	77,82	45,11	56,01	25,87	82,04	13,36
FLCC	92,67	9,70	7,26	4,30	69,16	42,40	55,82	26,07	78,74	20,01
PSCC	92,85	6,10	8,31	2,38	69,23	40,60	61,67	22,94	83,21	23,49

Matéria Seca (MS); Proteína Bruta (PB); Matéria Mineral (MM); Extrato Etéreo (EE); Fibra em Detergente Neutro (FDN); Fibra em Detergente Ácido (FDA); Proteína Insolúvel em Detergente Neutro (PIDN); Proteína Insolúvel em Detergente Ácido (PIDA); Carboidratos Totais (CT); e Carboidratos Não Fibrosos (CNF).

O teor de proteína bruta do feno de pseudocaules de bananeiras, mesmo quando adicionado de 50% de feno de coast-cross, apresentou-se baixo, embora dentro do que tem sido relatado em outros estudos para essa parte da bananeira, conforme levantamento realizado por Andrade (1984). Segundo Minson (1990), níveis de PB abaixo de 7% podem comprometer a manutenção da microbiota ruminal, acarretando em baixa degradabilidade do alimento e na redução do consumo de matéria seca, trazendo como consequência um menor desempenho do animal. As demais amostras apresentaram teores de PB semelhantes aos encontrados nas principais forrageiras tropicais (Euclides & Medeiros, 2003), com destaque para o feno das folhas de bananeiras, cujo teor de PB se aproxima dos requerimentos nutricionais para bovinos e ovinos em crescimento (NRC, 2000; NRC, 2007).

Os valores de FDN encontrados para todos os substratos, com exceção do coast-cross, se aproximam daqueles descritos para gramíneas dos gêneros *Panicum*, 65 a 75% (Euclides, 1995), *Brachiaria*, 55 a 77% (Miles *et al.*, 1996) e *Cynodon*, 65 a 74% (Cecato *et al.*, 2001), sendo estas algumas das principais forrageiras utilizadas na alimentação de ruminantes em países de clima tropical. Segundo Allen (2000), elevados teores de FDN no alimento estão relacionados a uma menor ingestão de matéria seca, sendo essa limitação, ocasionada pelo enchimento ruminal, evidenciada em dietas com teor de FDN acima de 60% (Berchielli *et al.*, 2006).

Embora alto, o conteúdo de FDN encontrado no feno de coast-cross está de acordo com o observado por Melo *et al.* (2001), que encontraram valores variando de 71,2% a 85,0% dependendo da época do ano ao corte. A FDA também se mostrou mais elevada para o feno de coast-cross, sendo o valor de 45,11% encontrado no presente estudo ligeiramente inferior ao descrito por Gonçalves *et al.* (2003) para o feno de tifton (46,6% a 50,4%), com idades ao corte de 28 a 84 dias após a rebrota.

A proteína insolúvel em detergente neutro é lentamente degradável no rúmen, sendo importante ainda para estimar corretamente o valor dos carboidratos não fibrosos (CNF), enquanto a proteína insolúvel em detergente ácido constitui uma fração protéica indisponível ao animal, por estar associada à lignina e a outros compostos de difícil degradação (Licitra *et al.*, 1996). Tanto a PIDN quanto a PIDA mostraram-se elevadas em todos os substratos avaliados neste estudo, correspondendo em média a

58,8% e 23,2% da PB, respectivamente. Reis Júnior *et al.* (2011) encontraram valores de PIDN e PIDA de 50,7 e 16,6%, respectivamente, para o feno de coast-cross, abaixo do que foi verificado neste estudo para esse mesmo alimento. De acordo com Euclides & Medeiros (2003), em forrageiras tropicais que não tenham sofrido tratamento térmico em temperaturas superiores a 60°C, a proporção de proteína ligada à FDN representa, em geral, de 40 a 50% da PB, enquanto a fração da proteína complexada à FDA varia entre 5 e 10% da PB.

Os valores de carboidratos totais observados se apresentam dentro dos padrões utilizados nas dietas de ruminantes (Berchielli *et al.*, 2006). Quanto aos carboidratos não fibrosos, o feno de coast-cross apresentou teor ligeiramente superior ao encontrado por Cabral *et al.* (2000) para o feno dessa gramínea (12,79%), sendo inferior, no entanto, aos valores encontrados para os demais substratos avaliados nesse estudo. O feno de pseudocaulis de bananeiras, por sua vez, apresentou o maior percentual de CNF. Os valores encontrados para este substrato se aproximam daqueles observados por Campos *et al.* (2010) nas silagens de sorgo, 27,3%, e de milho, 29,9%. Os CNF são importantes por constituírem uma fonte primária de energia para os microorganismos ruminais e para os ruminantes, sendo representados por açúcares e amido, presentes no conteúdo celular, e também pela pectina, que, apesar de estar presente na parede celular vegetal, é totalmente solúvel em detergente neutro e de rápida e extensa degradação (Van Soest, 1994; Mizubuti *et al.*, 2011).

O resultado da análise fitoquímica qualitativa dos fenos de folhas e de pseudocaulis de bananeiras indicaram a presença de taninos hidrolisáveis e taninos condensados, o que não foi verificado para o feno de coast-cross.

3.2 – Degradabilidade ruminal e cinética de fermentação da matéria seca

A degradabilidade *in vitro* da matéria seca dos substratos com 24, 48 e 96 horas de processo fermentativo pode ser observada na Tabela 6.

Tabela 6 - Degradabilidade *in vitro* da matéria seca (%) após 24, 48 e 96 horas de fermentação em filtrado ruminal bovino e ovino de fenos de folhas de bananeiras (FL), pseudocauls de bananeiras (PS), coast-cross (CC), 50% FL + 50% CC (FLCC) e 50% PS + 50% CC (PSCC)

Tratamento	24 h	48 h		96 h
		In. ovino	In. bovino	
FL	40,16 B	57,36 Ba	53,01 Ba	58,52 C
PS	48,32 A	64,13 Aa	65,31 Aa	77,82 A
CC	32,82 C	50,66 Ba	38,22 Cb	46,36 D
FLCC	38,47 B	54,16 Ba	46,81 Bb	55,62 C
PSCC	40,43 B	51,83 Ba	52,66 Ba	63,08 B
CV (%)	6,73	7,29		3,56

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na mesma coluna ou letras minúsculas diferentes na linha, em cada intervalo, diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Com 24 horas de fermentação não houve efeito significativo da interação entre a espécie animal doadora de inóculo e o substrato avaliado. Nesse período, os fenos de pseudocauls de bananeiras e de coast-cross apresentaram, respectivamente, a maior e a menor degradabilidade, sendo para os outros substratos verificados resultados intermediários e semelhantes entre si.

Ao contrário do verificado com 24 horas de incubação, com 48 horas a degradabilidade das amostras foi influenciada pela espécie animal. Os substratos CC e FLCC foram mais degradados no inóculo ruminal ovino, enquanto os demais tratamentos apresentaram resultados semelhantes ao encontrado para o inóculo bovino. Em ambos os inóculos, a maior taxa de desaparecimento foi observada para as amostras de feno de pseudocauls de bananeiras, porém, enquanto para a espécie ovina os demais tratamentos apresentaram resultados semelhantes, para a bovina o feno de coast-cross apresentou degradabilidade inferior.

A degradabilidade com 96 horas de processo fermentativo não sofreu efeito da interação substrato e inóculo. O feno de pseudocauls de bananeiras apresentou a maior degradabilidade média, seguido pelo substrato PSCC, que por sua vez foi mais degradado que FL e FLCC. A menor taxa de desaparecimento foi observada para o feno de coast-cross.

A maior degradabilidade do feno de pseudocaulos de bananeiras, nos três períodos considerados anteriormente, pode ser atribuída ao seu menor percentual de parede celular, com teores de CNF superior aos geralmente encontrados em gramíneas tropicais. Segundo Kimambo & Muya (1991), a menor degradabilidade de folhas de bananeira em relação aos pseudocaulos está relacionado ainda ao elevado teor de taninos encontrado nas folhas, formando complexos com carboidratos e proteínas, tornando-os indisponíveis à fermentação por microorganismos ruminais.

Assumindo-se que a retenção de alimentos volumosos no rúmen é em média de 48 horas, quanto maior a degradação até esse período, melhor é a qualidade fermentativa do alimento. Considerando essa premissa, podemos notar que nas primeiras 48 horas de fermentação, a degradabilidade do feno de pseudocaulos de bananeiras foi em média de 64,7%, valor bem superior ao verificado para os demais substratos.

O valor de degradabilidade obtido com 24 horas de fermentação para o feno das folhas de bananeiras se aproxima daquele encontrado por Keir *et al.* (1997), que verificaram em igual período taxa de degradabilidade de 40,2% para a folha da bananeira, por meio da técnica *in situ* em bovinos. No entanto, com 48 horas de incubação, esses autores observaram uma taxa de 48,4% de degradabilidade, valor ligeiramente inferior à média de 55,1% encontrada no presente estudo.

Os parâmetros da cinética de produção de gases e degradabilidade efetiva, determinados pelo modelo de France *et al.* (1993), referentes à matéria seca dos diferentes substratos avaliados, encontram-se na Tabela 7.

As degradabilidades efetivas calculadas com base nos parâmetros obtidos pelo modelo de France *et al.* (1993) mostram que o feno de pseudocaulos de bananeiras apresentou-se superior aos demais substratos.

Quando adicionado de 50% de feno de folhas ou de feno de pseudocaulos de bananeiras, o feno de coast-cross apresentou degradabilidade efetiva 22,9% e 36,0%, respectivamente, superior em relação ao feno de coast-cross puro. O mesmo efeito foi verificado em relação ao potencial máximo de produção de gases, onde a adição dos fenos de resíduos da bananicultura promoveu aumento nesse parâmetro. Em ambos os casos, os resultados verificados estão relacionados ao menor percentual de FDN e FDA, assim como o maior conteúdo de CNF encontrado nos fenos de partes de bananeiras.

Tabela 7 - Parâmetros da cinética de fermentação da matéria seca de fenos de folhas de bananeiras (FL), pseudocauls de bananeiras (PS), coast-cross (CC), 50% FL + 50% CC (FLCC) e 50% PS + 50% CC (PSCC) em filtrado ruminal bovino e ovino

Tratamento	DEF (%)	A (mL/gMS)		L (min)		μ (%/h)	
		In. ovino	In. bovino	In. ovino	In. bovino	In. ovino	In. bovino
FL	58,22	120,0	112,0	49	61	2,1	3,5
PS	76,34	271,1	257,9	318	324	4,5	6,3
CC	46,36	117,0	122,6	207	150	3,6	4,5
FLCC	57,01	175,3	137,3	52	122	3,6	3,6
PSCC	63,08	186,2	189,1	178	90	4,4	4,1

DEF = degradabilidade efetiva da matéria seca calculada para taxa de passagem de 2%/h; A = potencial máximo de produção de gases; L = tempo de colonização; e μ = taxa de produção de gases

O substrato FLCC, apesar da pior qualidade da fração fibrosa, apresentou potencial máximo de produção de gases mais elevado quando comparado ao FL, o que pode estar relacionado à presença de taninos em níveis elevados nas folhas de bananeiras, ao ponto de comprometer sua fermentação ruminal (Getachew *et al.*, 2000). Ao adicionar 50% de feno de coast-cross ao feno de folhas de bananeiras, houve possivelmente uma diluição nos níveis de taninos, o que explica a elevação no potencial máximo de produção de gases.

Segundo Tomich *et al.* (2003), partindo do princípio de que os gases produzidos refletem a degradação da amostra testada, a taxa e o potencial máximo de produção de gases são as principais características para avaliar a qualidade de forrageiras pelas técnicas de produção de gases. Considerando esses parâmetros, podemos inferir no presente estudo que o feno de pseudocauls de bananeiras apresentou uma melhor qualidade fermentativa, uma vez que seu potencial máximo e sua taxa de produção de gases, em ambos os inóculos, foram mais elevados que nos demais substratos.

O tempo de colonização representa o tempo compreendido entre o início da incubação até a ação microbiana sobre o substrato avaliado, sendo sua redução favorecida pela presença de compostos solúveis e por características físicas e químicas da parede celular do alimento (Tomich *et al.*, 2003). Dessa forma, apesar do maior teor de carboidratos não fibrosos, pode-se sugerir que a concentração de carboidratos solúveis no

feno de pseudocaules de bananeiras seja inferior ao encontrado nos fenos de folhas de bananeiras e de coast-cross, o que explicaria a colonização mais lenta.

A produção de gases observada após 24, 48 e 96 horas de incubação sofreu efeito significativo da interação entre substrato e inóculo, conforme detalhado na Tabela 8.

Tabela 8 - Médias da Produção Cumulativa de Gases (mL/gMS) com 24, 48 e 96 horas de fermentação de fenos de folhas de bananeiras (FL), pseudocaules de bananeiras (PS), coast-cross (CC), 50% FL + 50% CC (FLCC) e 50% PS + 50% CC (PSCC) em filtrado ruminal bovino e ovino

Tratamento	24h		48h		96h	
	In. ovino	In. bovino	In. ovino	In. bovino	In. ovino	In. bovino
FL	35,68 Ca	45,85 Ca	66,77 Ca	78,66 Ca	100,12 Ca	105,96 Da
PS	89,22 Ab	115,14 Aa	181,68 Ab	198,97 Aa	259,17 Aa	260,74 Aa
CC	37,57 Cb	52,84 Ca	71,69 Ca	86,16 Ca	109,12 Ca	119,74 CDa
FLCC	78,70 ABa	53,05 Cb	127,57 Ba	93,03 Cb	168,03 Ba	129,58 Cb
PSCC	70,71 Bb	88,79 Ba	127,14 Ba	138,79 Ba	180,88 Ba	186,41 Ba
CV (%)	11,57		7,68		6,41	

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na mesma coluna ou letras minúsculas diferentes na linha, em cada intervalo, diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Comparando-se as espécies doadoras de inóculo, a produção de gás acumulada em 24 horas mostrou-se superior em bovinos na fermentação de PS, CC e PSCC, sendo inferior, no entanto, aquela observada para ovinos em relação ao substrato FLCC e não diferindo para FL. Quando comparada a produção de gás em 24 horas entre os substratos, esta foi diferente dentro de cada inóculo. Enquanto para a espécie ovina foi constatada maior produção de gás para PS e FLCC em relação aos demais substratos, para a espécie bovina esta foi maior para o PS e menor para FL, CC e FLCC, sendo intermediária para PSCC.

Diferente da produção de gás acumulada em 24 horas, com 48 horas de fermentação, o comportamento da produção de gás entre os substratos dentro de cada inóculo foi semelhante, com exceção da amostra FLCC. Tanto para o inóculo ovino quanto para o bovino, a maior produção de gás nesse período foi observada para o feno de pseudocaules de bananeiras. Entretanto, no inóculo bovino, enquanto apenas o substrato PSCC mostrou produção de gás intermediária, no inóculo ovino, esta foi intermediária

também para FLCC, sendo inferior para os demais substratos. Entre as espécies doadoras de inóculo foi verificada diferença significativa apenas nos tratamentos PS e FLCC, sendo que o primeiro apresentou maior produção de gás na espécie bovina e o segundo na espécie ovina.

Entre todos os substratos avaliados, a maior produção cumulativa de gases durante as 96 horas de processo fermentativo foi observada para o feno de pseudocaules de bananeiras, com volume médio acumulado de 259,95 mL/gMS. Por outro lado, os fenos de folhas de bananeiras e de coast-cross apresentaram as menores produções cumulativas de gases nesse período, com médias de 103,04 e 114,42 mL/gMS, respectivamente, não diferindo entre si. Às 96 horas de incubação, apenas no tratamento FLCC foi constatada diferença significativa na produção acumulada de gases entre os inóculos ovino e bovino, o primeiro produzindo volume de gases 29,6% superior ao segundo.

Keir *et al.* (1997) encontraram valores de produção cumulativa de gás de 71,0, 99,5 e 123,0 mL/gMS, respectivamente, com 24, 48 e 96 horas de processo fermentativo da folha de bananeira em inóculo ruminal bovino. Esses valores estão acima dos verificados no presente estudo para o feno desse resíduo, porém são inferiores aos observados no processo fermentativo em inóculo ruminal ovino quando adicionado 50% de feno de coast-cross. É possível que a adição do feno de coast-cross tenha contribuído na redução percentual dos níveis de taninos e, conseqüentemente, na melhora do processo fermentativo, levando a uma maior produção de gás.

O volume de metano produzido em 24 e 48 horas de fermentação diferiu entre os tratamentos, conforme pode ser observado na Tabela 9. Com 24 horas de incubação, foi verificada interação significativa entre os fatores avaliados, com diferença na produção de metano entre os inóculos para os substratos CC, FLCC e PSCC, em que apenas o segundo apresentou volume de metano superior para a espécie ovina.

Com 24 e 48 horas de processo fermentativo os maiores volumes de metano produzidos por grama de matéria seca degradada foram observados para o feno de pseudocaules de bananeiras, enquanto as menores emissões foram verificadas nos tratamentos FL e CC e FLCC, apresentando este último substrato comportamento semelhante ao feno de folhas de bananeiras apenas com 24 horas de incubação no inóculo bovino.

Tabela 9 - Volume de metano produzido por grama de matéria seca degradada VCH₄ (mL/gMSD), durante 24 e 48 horas de processo fermentativo de fenos de folhas de bananeiras (FL), pseudocauls de bananeiras (PS), coast-cross (CC), 50% FL + 50% CC (FLCC) e 50% PS + 50% CC (PSCC) em filtrado ruminal bovino e ovino

Tratamento	24h		48h
	In. ovino	In. bovino	
FL	4,54 Ca	6,28 Ca	11,96 D
PS	16,16 Aa	17,52 Aa	34,16 A
CC	4,35 Cb	8,78 Ca	15,84 CD
FLCC	12,06 Ba	6,65 Cb	19,48 C
PSCC	8,91 Bb	12,87 Ba	24,41 B
CV (%)	19,81		11,24

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na mesma coluna ou letras minúsculas diferentes na linha, em cada intervalo, diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Elevado teor de carboidratos não fibrosos e baixas concentrações de FDN e FDA, característica de forrageiras de melhor qualidade, estão geralmente relacionados a uma menor proporção da energia dietética que é convertida para metano (Blaxter & Clapperton, 1965; Machado *et al.*, 2011). No entanto, no presente estudo, os volumes de metano produzidos pelo feno de pseudocauls de bananeiras não refletiram sua melhor qualidade fermentativa e composição química. Resultados semelhantes a estes foram observados por Canesin *et al.* (2010), que encontraram maiores valores de produção de metano por grama de MS degradada na dieta com menores concentrações de FDN e FDA, ao avaliarem, por meio da técnica *in vitro* semi automática de produção de gases, a produção de metano do capim marandu (*Brachiaria brizantha* cv Marandu) adicionado de diferentes percentuais de concentrado, associando isto à maior velocidade de fermentação.

Embora a produção de metano não tenha diferido entre os fenos de coast-cross e de folhas de bananeiras, pode-se sugerir que o baixo volume de metano produzido pelo segundo pode estar associado à presença de taninos condensados, pois apesar de sua degradabilidade superior, esta não implicou maior volume de gás produzido.

Os taninos condensados tem sido frequentemente apontados como composto inibidor da atividade metanogênica. Woodward *et al.* (2001) e Puchala *et al.* (2005), observaram que pequenos ruminantes alimentados com forrageiras ricas em taninos

condensados emitiram menor volume de metano do que aqueles que receberam plantas com baixo teor dessas substâncias.

A análise quantitativa de taninos condensados nos resíduos da bananicultura se faz necessária para verificar em qual nível a inclusão de folhas ou pseudocaules de bananeiras pode interferir na produção de metano.

4 CONCLUSÕES

As folhas e pseudocauls de bananeiras possuem características nutricionais que permitem seu uso como volumoso alternativo na alimentação de ruminantes. A inclusão de 50% de fenos de folhas ou de pseudocauls de bananeiras pode promover uma melhora do padrão de fermentação ruminal em dietas a base de gramíneas.

Devido ao baixo teor de proteína do pseudocaul de bananeira, sua inclusão na dieta de ruminantes deve ser acompanhada de suplementação desse nutriente, podendo ainda ser avaliada a possibilidade de inclusão de folha de bananeira de forma a suprir esse déficit protéico.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, M.M.; POTT, E.B. **Criação de bovinos de corte na região sudeste**. Embrapa Pecuária Sudeste, 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/BovinoCorte/BovinoCorteRegiaoSudeste/index.htm>>. Acesso em 12/12/2011.
- ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p. 1598-1624, 2000.
- ALVES, E.J. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 2. ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 1999. 585 p.
- ANDRADE, P. Aproveitamento de subprodutos da bananeira na alimentação de ruminantes. In: Simpósio Brasileiro sobre Bananicultura, I. **Anais...** Jaboticabal: FCAVJ, p. 405-416, 1984.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA**. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2009. 136p.
- ARAÚJO, G.G.L.; ALVES, M.J. Uso de subprodutos na alimentação de caprinos e ovinos. In: Simpósio de Caprinos e Ovinos da Escola de Veterinária da UFMG, I, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 2005. CD-ROM.
- ARCHIMÈDE, H.; CASPSA-BASSIEN, M.; BOVAL M. *et al.* Integration of livestock production in the banana plantation: feasibility and researchable areas. In: International Conference of British Society of Animal Science: Responding to the Increasing Global Demand for Animal Products, Merida, México, 2002. **Anais...** Merida, México: INRA, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES – ABIEC. **Exportações brasileiras de carnes bovinas em 2010**. 2011. Disponível em <http://www.abiec.com.br/41_exportacao_ano.asp>. Acesso em 04/12/2011.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 16.ed. Arlington: AOAC International, 1995. 1095 p.

BANCO DO BRASIL. **Ovinocaprinocultura: desenvolvimento regional sustentável**. Brasília, DF: Banco do Brasil, 2010. 57 p. Disponível em: <<http://www.bb.com.br/docs/pub/inst/dwn/Vol7OvinocapriCult.pdf>>. Acesso em 16/12/2011.

BEAUCHEMIN, K.A.; MCGINN, S.M. Methane emissions from feedlot cattle fed barley or corn diets. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 653–661, 2005.

BEAUCHEMIN, K.A.; KREUZER, M.; O'MARA, F. *et al.* Nutritional management for enteric methane abatement: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 48, p. 21–27, 2008.

BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. 1ª ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006.

BEUVINK, J.M.W.; SPOELSTRA, S.F. Interactions between substrate, fermentation end-products, buffering systems and gas production upon fermentation of different carbohydrates by mixed rumen microorganisms *in vitro*. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 37, p. 505-509, 1992.

BEZERRA, L.J.D.; SOUSA, E.B.C.; DANTAS, M.O. *et al.* **Estudo bromatológico da bananeira (*Musa sp.*) e sua utilização na alimentação de bovinos**. 2002. Disponível em: <<http://www.agronline.com.br/agrociencia/artigo/37>>. Acesso em 18/12/2011.

BLAXTER, K.L. **Energy metabolism in animals and man**. New York: Cambridge University Press, 1989. 340 p.

BLAXTER, K.L.; CLAPPERTON, J.L. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. **British Journal of Nutrition**, v. 19, p. 511-522, 1965.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT. [2006]. **Emissão de metano proveniente da pecuária**. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/21442.html>>. Acesso em 21/12/2011.

CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; MALAFAIA, P.A.M. *et al.* Frações de carboidratos de alimentos volumosos e suas taxas de degradação estimadas pela técnica de produção de gases. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 2087-2098, 2000.

CAMPOS, P.R.S.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. *et al.* Consumo, digestibilidade e estimativa do valor energético de alguns volumosos por meio da composição química. **Revista Ceres**, v. 57, p. 79-86, 2010.

- CANESIN, R.C.; BERCHIELLI, T.T.; MESSANA, J.D. *et al.* Produção de metano *in vitro* do capim marandu em três épocas do ano com quatro níveis de concentrado. In: 47a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010, Salvador. **Anais...** 47a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010.
- CECATO, U.; SANTOS, G.T.; MACHADO, M.A. *et al.* Avaliação de cultivares do gênero *Cynodon* com e sem nitrogênio. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 4, p. 781-788, 2001.
- CERRI, C.; CERRI, C.E. Agricultura e aquecimento global. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 01, p. 40-44, 2007.
- EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL – EMATER. **Pesquisa de mercado: carne de ovinos e caprinos**. Brasília, DF: Emater, 2005.
- EUCLIDES, V.P.B. Valor alimentício de espécies forrageiras do gênero *Panicum*. In: Simpósio sobre manejo da pastagem, 12, Piracicaba, 1995. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p.245-73.
- EUCLIDES, V.P.B.; MEDEIROS, S.R. **Valor nutritivo das principais gramíneas cultivadas no Brasil**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2003. 43p. (Documentos 139).
- FANCELLI, M. **Cultivo da banana para o Estado do Amazonas**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. [2006]. **Livestock's long shadow**. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/010/a0701e/a0701e00.HTM>. Acesso em 28/12/2011.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. [2011a]. **Agricultural Production: Live Animals**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/573/DesktopDefault.aspx?PageID=573#anchor>. Acesso em 28/12/2011.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. [2011b]. **Agricultural Production: Livestock Primary**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/569/default.aspx#anchor>. Acesso em 28/12/2011.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. [2011c]. **Agricultural Production: Crops**. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#anchor>. Acesso em 23/12/2011.
- FFOULKES, D.; ESPEJO, S.; MARIE, D. *et al.* The banana plant as cattle feed: composition and biomass production. **Tropical Animal Production**, v. 3, p. 45-50, 1978.

- FFOULKES, D.; PRESTON, T.R. Effect on voluntary intake and digestibility of supplementing chopped sugar cane stalk with cane tops, banana leaves or cassava forage. **Tropical Animal Production**, v. 4, p. 37-41, 1977.
- FOMUNYAM, R.T.; MACHIN, D.H.; NYVOLD, S. Economic aspects of banana and plantain use in animal feeding: the Cameroon experience. **FAO Animal Production and Health Paper**, n. 95, p. 277-289, 1992.
- FRANCE, J.; DHANOA, M.S.; THEODOROU, M.K. *et al.* A model to interpret gas accumulation profiles associated with *in vitro* degradation of ruminant feeds. **Journal of Theoretical Biology**, v. 163, p. 99-111, 1993.
- GARAVELLO, M.E.P.E.; MOLINA, S.M.G. O artesanato com fibra de bananeira. In: Reunião Itinerante de Fitossanidade do Instituto Biológico, 13., Registro. **Anais...** Registro: Instituto Biológico, p. 86-92, 2005.
- GETACHEW, G.; MAKKAR, H.P.S.; BECKER, K. Effect of polyethylene glycol on *in vitro* degradability of nitrogen and microbial protein synthesis from tannin-rich browse and herbaceous legumes. **British Journal of Nutrition**, v. 84, p. 73-83, 2000.
- GONÇALVES, G.D.; SANTOS, G.T.; JOBIM, C.C. *et al.* Determinação do consumo, digestibilidade e frações protéicas e de carboidratos do feno de Tifton 85 em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, p. 804-813, 2003.
- GONÇALVES, A.L.; LANA, R.P.; VIEIRA, R.A.M. *et al.* Avaliação de sistemas de produção de caprinos leiteiros na região sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 366-376, 2008.
- GUIMARÃES JÚNIOR, R.; CABRAL FILHO, S.L.S.; FERNANDES, F.D. *et al.* **Relação entre pressão e volume para implantação da técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases na Embrapa Cerrados**. Planaltina / DF: Embrapa Cerrados, 2008 (Comunicado Técnico - Embrapa).
- HALL, M.B.; HOOVER, W.H.; JENNINGS, J.P. *et al.* A method for partitioning neutral detergent soluble carbohydrates. **Journal Science Food Agriculture**, v. 79, p. 2079-2086, 1999.
- HOUGHTON, Y.; DING, D.J.; GRIGGS, M. *et al.* **Climate change 2001: the scientific basis**. New York: Cambridge University Press, 2001. 892 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. [2011a]. **Pesquisa Pecuária Municipal**. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em 04/01/2012.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. [2011b]. **Pesquisa Agrícola Municipal**. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em 04/01/2012.
- INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. [1995]. **Impacts, adaptations and mitigation of climate change: Scientific-Technical Analysis**. Disponível em: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.htm>> Acesso em 28/12/2011.
- INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. [2006]. **IPCC guideliness for national greenhouse gas inventories**. Disponível em: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>>. Acesso em 29/12/2011.
- INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. [2007]. **Fourth assessment report: climate change 2007**. Disponível em <http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.htm#1>. Acesso em 12/12/2011.
- JOHNSON, K.A.; JOHNSON, D.E. Methane emissions from cattle. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 8, p. 2483-2492, 1995.
- KIMAMBO, A.E.; MUYA, H.M.H. Rumen degradation of dry matter and organic matter of different parts of the banana plant. **Livestock Research for Rural Development**, v.3, n.3, 1991. Disponível em: <<http://www.lrrd.org/lrrd3/3/sarec2.htm>>. Acesso em 12/01/2012.
- KEIR, B.; VAN LAI, N.; PRESTON, T.R. *et al.* Nutritive value of leaves from tropical trees and shrubs: 1. *In vitro* gas production and *in sacco* rumen degradability. **Livestock Research for Rural Development**, v. 09, 1997. Disponível em: <<http://www.lrrd.org/lrrd9/4/bren941.htm>>. Acesso em 12/01/2012.
- KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos Ruminantes**. Santa Maria: UFSM, 2002. 140 p.
- LANA, R.P.; RUSSELL, J.B.; VAN AMBURGH, M. E. The role of pH in regulating ruminal methane and ammonia production. **Journal of Animal Science**, v.76, p.2190-2196, 1998.
- LANA, R.P.; RUSSELL, J.B. Efeitos da monensina sobre a fermentação e sensibilidade de bactérias ruminais de bovinos sob dietas ricas em volumoso ou concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 254-260, 2001.
- LASCANO, C.E.; CÁRDENAS, E. Alternatives for methane emission in livestock systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 175-182, 2010.

- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; Van SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 57, p. 347-358, 1996.
- LONGO, C. **Avaliação *in vitro* de leguminosas taniníferas tropicais para mitigação de metano entérico**. Piracicaba: Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo, 2007. 154 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo. 2007.
- LOVETT, D.K.; LOVELL, S.; STACK, L. *et al.* Effect of forage/concentrate ratio and dietary coconut oil level on methane output and performance of finishing beef heifers. **Livestock Production Science**, v. 84, p. 135-146, 2003.
- MACHADO, F.S.; PEREIRA, L.G.R.; GUIMARAES JÚNIOR, R. *et al.* **Emissões de metano na pecuária: conceitos, métodos de avaliação e estratégias de mitigação**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2011. 92 p.
- MACKIE, R.I.; McSWEENEY, C.S.; KLIEVE, A.V. Microbial ecology of the ovine rumen. In: FREER, M.; DOVE, H. **Sheep nutrition**. Wallingford: CABI Publishing, 2002, cap. 4, p. 71-94.
- MANICA, I. **Fruticultura tropical 4: banana**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 1997. 485 p.
- MATOS, F. J. **Introdução à fitoquímica experimental**. Fortaleza: UFC, 1997.
- MATSUURA, F.C.A.U.; COSTA, J.I.P.; FOLEGATTI, M.I.S. Marketing de banana: preferências do consumidor quanto aos atributos de qualidade dos frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, p. 48-52, 2004.
- MAURICIO, R.M.; MOULD, F.L.; DHANOA, M.S. *et al.* A semi-automated *in vitro* gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. **Animal Feed Science and Technology**, v. 79, n. 4, p. 321-330, 1999.
- MAYNARD, L.A.; LOOSLI, J.K.; HINTZ, H.F. **Nutrição animal**. 3. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. 726p.
- MELO, E.P.; MACEDO, F.A.F.; MARTINS, E.N. *et al.* Disponibilidade e composição química de forrageiras com diferentes hábitos de crescimento, pastejadas por ovinos. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.23, n.4, p.973-980, 2001.
- MILES, J.W.; MAASS, B.L.; VALLE, C.B. **Brachiaria: Biology, Agronomy and Improvement**. Campo Grande: Embrapa CNPGC. 1996. 288p.
- MINSON, D.J. **Forage in Ruminant Nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. 483 p.

- MIZUBUTI, I.Y.; RIBEIRO, E.L.A.; PEREIRA, E.S. *et al.* Cinética de fermentação ruminal *in vitro* de alguns co-produtos gerados na cadeia produtiva do biodiesel pela técnica de produção de gás. **Ciências Agrárias**, v. 32, p. 2021-2028, 2011.
- MORAES, S.A. **Subprodutos da agroindústria e indicadores externos de digestibilidade aparente em caprinos**. 2007. 46 f. Tese (Doutorado em Nutrição Animal) – Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.
- MORAIS, J.A.S.; BERCHIELLI, T.T.; REIS, R.A. Aditivos. In: Berchielli, T.T.; Pires, A.V.; Oliveira, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 111-140.
- MOREIRA, R.S. **Banana: teoria e prática de cultivo**. Campinas: Fundação Cargill, 1999. 335 p.
- MOUCO, G.; BERNARDINO, M.J.; CORNÉLIO, M.L. Controle de qualidade de ervas medicinais. **Revista Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, n. 31, 2003.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2000, 244 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007, 362p.
- OLIVEIRA, T.K.; LESSA, L.S.; SILVA, S.O. *et al.* Características agrônômicas de genótipos de bananeira em três ciclos de produção em Rio Branco, AC. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 1003-1010, 2008.
- OLIVO, C.J.; PEREIRA, L.E.T.; CARVALHO, N.M. *et al.* Uso da bananeira (*Musa spp.*) no controle de parasitas de animais domésticos: do empirismo à ciência. **Livestock Research for Rural Development**, v. 19, n. 11, 2007. Disponível em: <<http://www.lrrd.org/lrrd19/11/oliv19158.htm>>. Acesso em 15/12/2011.
- PEDREIRA, M.S.; OLIVEIRA, S.G.; BERCHIELLI, T.T. *et al.* Aspectos relacionados com a emissão de metano de origem ruminal em sistemas de produção de bovinos. **Archives of Veterinary Science**, v. 10, n. 3, p. 24-32, 2005.
- PEIXOTO, A.M. **Nutrição de Bovinos**. 2ª ed. Piracicaba, SP, FEALQ. 1995. 265p.
- PUCHALA, R.; MIN, B.R.; GOETSCH, A.L. *et al.* The effect of a condensed tannin-containing forage on methane emission by goats. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 182-186, 2005.

- REIS JÚNIOR, L.C.; ALMEIDA, J.C.C.; ARAÚJO, R.P. *et al.* Qualidade do feno de capim coast-cross sob níveis de ureia e períodos de amonização. **Revista Ciências da Vida**, v. 31, p. 71-80, 2011.
- RIBEIRO, A.C.; RIBEIRO, S.D.A.; GONÇALVES NETO, M. C. *et al.* Composição bromatológica e degradabilidade in situ de folhas de árvores frutíferas para alimentação de ruminantes. **Boletim de Medicina Veterinária**, v. 3, p. 17-23, 2007.
- RIVERA, A.R.; BERCHIELLI, T.T.; MESSANA, J.D. *et al.* Fermentação ruminal e produção de metano em bovinos alimentados com feno de capim-tifton 85 e concentrado com aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.617-624, 2010.
- RUIZ, G.; ROWE, J.B. Intake and digestion of different parts of the banana plant. **Tropical Animal Production**, v. 5, p. 253-256, 1980.
- SAS/STAT® Software: Syntax. Version 6, Cary, N.C.: SAS Institute Inc., 2000. 151p.
- SILVA, L. B. **Potencial de emissão de metano, composição química e características agrônômicas de quatro genótipos de *Panicum* na região do Cerrado**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências Animais) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, 2010.
- SILVA, R.R. **Agribusiness da caprinocultura de leite no Brasil**. Salvador: Bureau, 1998. 74p.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P. J. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3562-3577, 1992.
- SOUZA, M.E. **Caracterização morfológica e atributos de qualidade dos frutos de acessos de bananeira em clima subtropical**. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista, 2010. 100 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista, 2010.
- STRADIOTTI JÚNIOR, D.; QUEIROZ, A.C.; LANA, R.P. *et al.* Ação do extrato de própolis sobre a fermentação *in vitro* de diferentes alimentos pela técnica de produção de gases. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 1093-1099, 2004.
- THEODOROU, M.K.; WILLIAMS, B.A.; DHANOA, M.S. *et al.* A new gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminal feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 48, p. 185-197, 1994.

- TOMICH, T.R.; GONÇALVES, L.C.; MAURÍCIO, R.M. *et al.* Composição bromatológica e cinética de fermentação ruminal de híbridos de sorgo com capim-sudão. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 55, p. 747-755, 2003.
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – USEPA. [2006a]. **Global Greenhouse Gases**. Washington: EPA, 2006. Disponível em: <<http://www.epa.gov/climatechange/emissions/globalghg.html>>. Acesso em 05/01/2012.
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – USEPA. [2006b]. **International Analyses**. Washington: EPA, 2006. Disponível em: <<http://www.epa.gov/methane/intlanalyses.html>>. Acesso em 05/01/2012.
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – USEPA. [2011]. **Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990 – 2009**. Washington: EPA, 2011. Disponível em: <<http://www.epa.gov/methane/intlanalyses.html>>. Acesso em 05/01/2012.
- UNITED STATES FOOD AND AGRICULTURAL POLICY RESEARCH INSTITUTE – USFAPRI. [2010]. **U.S. and World Agricultural Outlook 2010: World Meat..** Disponível em: <<http://www.fapri.iastate.edu/outlook/2010/>>. Acesso em 05/01/2012.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3583-3597, 1991.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2ed. Ithaca: Cornell University Press. 1994. 476p.
- VIANA, J.G.A.; SOUZA, R.S. Comportamento dos preços dos produtos derivados da ovinocultura no Rio Grande do Sul no período de 1973 a 2005. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 191-199, 2007.
- WAGHORN, G.C.; TAVENDALE, M.H.; WOODFIELD, D.R. Methanogenesis from forages fed to sheep. **Proceedings of the New Zealand Grassland Association**, v. 64, p. 167-171, 2002.
- WAGHORN G.C. Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production: progress and challenges. **Animal Feed Science and Technology**, v. 147, p. 116-139, 2007.
- WOODWARD, S.L.; WAGHORN, G.C.; ULYATT, M.J. *et al.* Early indications that feeding lotus will reduce methane emissions from ruminants. **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**, v. 61, p. 23-26, 2001.