

AVALIAÇÃO DAS SILAGENS DE CAPIM-ELEFANTE ADITIVADAS COM NABO FORRAGEIRO, PINHÃO MANSO E TREMOÇO, PELA TÉCNICA DE PRODUÇÃO DE GASES¹

Evaluation of elephant grass silages with forage radish, jatropha and lupine cakes as additives by the gas production technique

Arnaldo Prata Neiva Júnior², José Cleto da Silva Filho³, Eric H. Castello Branco Van Cleef⁴, José Cardoso Pinto³, Adibe Luiz Abdalla⁵, Valdir Botega Tavares³

RESUMO

Objetivou-se, na condução deste trabalho, a avaliação das silagens de capim-elefante aditivadas com tortas de nabo forrageiro, pinhão manso e tremoço pela técnica de produção de gás. O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Nutrição Animal do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (LANA/CENA/USP). Como doadores de líquido de rúmen, foram utilizados 2 ovinos da raça Santa Inês, machos, adultos, castrados e providos de cânula ruminal permanente. A alimentação dos animais doadores foi constituída de forragem de gramínea cultivada e uma suplementação, ao final do dia, com feno de Tifton, concentrado comercial e sal mineral à vontade. Os substratos foram secos a 60°C, moídos em moinho do tipo Willey, provido de peneira com perfurações de 2 mm. Os gases produzidos durante os diferentes períodos de fermentação (0, 4, 8, 12, 24, 36, 48, 72 e 96 h) foram medidos com um transdutor - medidor de pressão. O experimento foi instalado segundo um delineamento de blocos ao acaso em que os tratamentos foram arranjos em um esquema de parcelas subdivididas no tempo. Os maiores valores de produção de gás observados para os tratamentos em que adicionou-se torta de tremoço quando comparados com as outras tortas, decorreu do fato da torta de tremoço apresentar menor teor de fibras, propiciando assim, uma maior fermentação ruminal e, conseqüentemente, maior produção de gás em relação a outros alimentos com maior proporção de carboidratos estruturais (parede celular). As taxas de degradação da fração solúvel da matéria seca foi menor para NF 8% e PM 11% em relação às outras silagens estudadas. Foram encontradas diferenças significativas para as TNF, TPM e TT, nos diferentes níveis, em relação ao volume de gases em 96 h de incubação (P<0,05). As silagens contendo torta de tremoço apresentaram maior produção de gases quando comparadas às outras tortas. Em todos os tratamentos, exceto naqueles em que adicionou-se TT, houve diminuição (P<0,05) nos valores médios de degradabilidade da matéria seca às 96 horas, à medida que aumentou-se o nível de inclusão das tortas. As silagens de capim-elefante adicionadas de tortas de nabo forrageiro ou tremoço, nos diferentes níveis, apresentaram maiores taxas de degradação e maiores produções de gases que as adicionadas de torta de pinhão manso.

Termos para indexação: Coprodutos de biodiesel, silagem, alimentação de ruminante.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate elephant grass silages with forage radish, *Jatropha* and lupine cakes as additives by the gas production technique. The experiment was developed in the Animal Nutrition Laboratory of the Center of Nuclear Energy in Agriculture (Center Centro de Energia Nuclear na Agricultura) of São Paulo University (LANA/CENA/USP). As donors of rumen liquid, two sheep of the Santa Ines breed, males, adults and fitted with permanent rumen cannula were used. The donating animals' feeding consisted of cultivated grass forage and a supplementation at the end of day with Tifton hay, commercial concentrate and mineral salt at will. The substrates were dried at 60°C, ground in Willey type mill fitted with a sieve with perforations of 2 mm. The gases produced during the different fermentation periods (0, 4, 8, 12, 24, 36, 48, 72 and 96 h) were measured with a transducer - pressure measurer. The experiment was set up according to a randomized block design in which the treatments were arranged in a split plot in time. The greatest values of gas production were found for the treatments where lupine cake was added when compared with the other cakes. That originated from the fact that lupine cake presented lower fiber content, enabling increased rumen fermentation and, hence, higher gas production in relation to other feeds with a greater ratio of structural carbohydrates (cell wall). The degradation rate of the soluble fraction of dry matter was lower for 8% TNF and 11% TPM in relation to the other silages studied. Significant differences were found for the TNF, TPM and TT at the different levels relative to the amount of gas in 96 h of incubation (P<0.05). In all the treatments, except in those TT was added, there was decrease (P<0.05) in the average degradability values of dry matter at 96 hours as the level of inclusion of the cakes was increased. The elephant grass silages added with forage radish and lupine cakes at the different levels presented higher rates of degradation and higher gas production than those added with *Jatropha*.

Index terms: Biodiesel co-products, silage, ruminant feeding.

(Recebido em 16 de outubro de 2009 e aprovado em 23 de abril de 2010)

¹Parte da tese de doutorado apresentada à Universidade Federal de Lavras /UFLA - Lavras, MG - pelo primeiro autor.

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais/IF - Sudeste MG - Rua Dr. José Sebastião da Paixão - s/n - 36180-000 - Rio Pombo, MG - apnjr@hotmail.com

³Universidade Federal de Lavras/UFLA - Departamento de Zootecnia/DZO - Lavras, MG

⁴Universidade Estadual Paulista/UNESP - Jaboticabal/SP

⁵Universidade de São Paulo/USP - Centro de Energia nuclear na Agricultura/CENA - Piracicaba, SP

INTRODUÇÃO

Uma das medidas adotadas para conservar o valor nutritivo da forrageira consiste no emprego da ensilagem, utilizando coprodutos agroindustriais como aditivos, muitas vezes motivado pelo excesso de umidade da planta no momento do corte. Muitos desses coprodutos da agroindústria que são fornecidos para os animais não se conhece a composição química e o valor nutritivo. No caso de coprodutos da agroindústria do biodiesel, são exemplos as tortas de nabo forrageiro, pinhão manso e tremoço.

Enquanto nutricionistas de monogástricos podem, rotineiramente, recorrer ao uso de tabelas de composição de alimentos para o balanceamento de rações, com certa segurança, os nutricionistas de ruminantes devem considerar que, ao menos, uma fonte alimentar deverá ser uma forrageira e, embora haja muitas tabelas de composição, as variações encontradas nessas forrageiras depois da ensilagem são enormes. Além disso, a avaliação de silagens aditivadas com coprodutos para nutrição de ruminantes deve considerar que o seu valor nutritivo depende, além de sua composição química, de vários outros fatores que atuam simultaneamente e que podem resultar, ao final, no desempenho animal.

Uma das medidas para avaliar esses alimentos consiste no uso de técnicas *in vitro* que são menos onerosas e facilitam o controle das condições experimentais. Essas técnicas podem ser eficientes desde que sejam facilmente reproduzíveis e altamente correlacionadas com os resultados obtidos *in vivo* (Getachew et al., 1998).

A produção de gases é diretamente proporcional à fermentação microbiana do alimento e, como pode ser medida a intervalos frequentes, permite avaliar o modo como ocorre o ataque microbiano na degradação do alimento no rúmen.

Semelhantemente à técnica *in situ*, a técnica *in vitro* de produção de gases também se baseia na degradação dos alimentos pelos microrganismos ruminais. Através da simulação *in vitro* do ambiente ruminal, a técnica permite medir a formação de subprodutos (gases) da ação microbiana durante o processo de degradação. Estudos recentes têm demonstrado que a produção de gases possui alta correlação com a digestibilidade e com a degradabilidade do alimento (Menke et al., 1979; Theodorou et al., 1994; Blümmel et al., 1997a; Maurício et al., 1998; Bueno et al., 1999a,b). A grande vantagem dessa metodologia é a praticidade de se medir a produção de gases com o emprego de um transdutor e a pequena quantidade de material necessário para o ensaio (Theodorou et al., 1994; Perez, 1997; Maurício et al., 1998, 1999).

Objetivou-se, na condução deste trabalho, foi a avaliação das silagens de capim-elefante aditivadas com

tortas de nabo forrageiro, pinhão manso e tremoço, em diferentes níveis, pela técnica de produção de gás.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Nutrição Animal do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (LANA/CENA/USP), Piracicaba- SP.

Como doadores de líquido de rúmen, foram utilizados 2 ovinos da raça Santa Inês, machos, adultos, castrados e providos de cânula ruminal permanente. A alimentação dos animais doadores foi constituída de forragem de gramínea cultivada e uma suplementação, ao final do dia, com feno de Tifton, concentrado comercial e sal mineral à vontade, conforme os requisitos mínimos para manutenção corporal de ovinos, pesando aproximadamente 70 kg (Agricultural and Food Research Council-AFRC, 1993).

Os substratos utilizados foram: silagem de capim-elefante; silagem de capim-elefante + 5, 8 e 11% de torta de nabo forrageiro; silagem de capim-elefante + 5, 8 e 11% de torta de pinhão manso e silagem de capim-elefante + 5, 8 e 11% de torta de tremoço e um controle interno, que corresponde a um substrato padrão desenvolvido e utilizado pelo Laboratório de Nutrição Animal-LANA/CENA/USP, nos diversos experimentos de produção de gases.

A coleta do líquido ruminal dos ovinos foi realizada através de uma sonda acoplada a uma seringa com o auxílio de uma pinça, através da cânula ruminal. Foi coletada a fração mais sólida (particulados) e líquida. O material coletado foi colocado em garrafas térmicas, previamente preenchidas com CO₂ a uma temperatura de 39°C.

No laboratório, o líquido ruminal coletado foi misturado com a fração sólida na mesma proporção (50% de material da fase sólida e 50% da fase líquida) e homogeneizado em liquidificador por 10 segundos, nas proporções a serem analisadas. Após o processamento, esse inóculo foi filtrado em 3 fraldas de algodão, espremendo-se ao máximo, separando a parte sólida da líquida. As frações filtradas foram mantidas em banho-maria à 39°C, com dióxido de carbono insuflado sobre a solução continuamente.

Os gases produzidos, durante os diferentes períodos da fermentação (0, 4, 8, 12, 24, 36, 48, 72 e 96 h), foram medidos com um transducer - medidor de pressão (Theodorou et al., 1994; Bueno et al., 1999b). Após 96 horas de incubação, as garrafas foram colocadas em água com gelo para cessar a atividade microbiana. Os resultados obtidos na metodologia de produção de gases foram avaliados de acordo com o modelo sigmoidal de Orskov & McDonald (1979).

As leituras de pressão do gás das garrafas são dadas em psi, necessitando ser transformadas em volume. Segundo Maurício et al. (1998), existe uma forte correlação entre o volume e a pressão.

O experimento foi instalado segundo um delineamento em blocos ao acaso em que os tratamentos de parcela, em esquema fatorial 3 x 4 (três tipos de torta e 4 níveis de inclusão) mais 1 tratamento adicional (100% de capim-elefante), estavam arranajados em um esquema de parcela subdividida no tempo. Os dados foram submetidos à análise de variância e os efeitos contemplados no modelo testados a um nível nominal de significância de 5%. As médias de tipo de torta e níveis de inclusão foram comparadas pelo teste de Scott-Knott e o efeito do tempo de incubação sobre a variável dependente foi estudado por meio do ajuste de um modelo de regressão não linear para produção de gás às 96 horas de incubação. Para produção de gás às 24 horas, o efeito do tempo de incubação sobre a variável dependente foi estudado por meio do ajuste de um modelo de regressão polinomial. Esse tipo de análise diferiu da análise para volume de gás até 96 horas devido ao reduzido número de tempos de incubação de amostras.

Para degradabilidade *in vitro*, o experimento foi instalado segundo um delineamento em blocos ao acaso, em um esquema fatorial 3 x 4 (três tipos de torta – Nabo forrageiro, Pinhão manso e Tremoço; 4 níveis de inclusão – 5, 8, 11 e 100%), mais 1 tratamento adicional (100% de capim-elefante).

Todas as análises foram feitas utilizando-se o programa estatístico SAS (SAS Institute, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O volume médio de gases produzidos em 24 horas (bioensaio) consta da Tabela 1.

Não foram encontradas diferenças significativas para as TNF, TPM e TT nos diferentes níveis em relação ao volume de gases, em 24 h de incubação ($P > 0,05$), na Tabela 1. As silagens em que adicionou-se torta de tremoço

apresentaram maiores valores de produção de gás. Esse resultado pode ser explicado pois, ao observarmos os valores médios de produção de gás em 24 horas das tortas puras (100%), vimos que a TT apresenta valor superior às demais, tendo em vista o seu alto valor de produção de gás.

Santos et al. (2003), trabalhando com subprodutos protéicos concluíram que o caroço de algodão foi o alimento concentrado que apresentou menor produção de gás em todas as espécies estudadas, seguido dos farelos de algodão e soja, o que pode ser explicado pelo alto conteúdo de proteína desses alimentos, pois, de acordo com Khazaal et al. (1995), a incubação de substratos ricos em proteína resultaria na formação de bicarbonato de amônio, a partir de CO₂ e amônia, reduzindo, assim, a contribuição de CO₂ para a produção total de gás.

As taxas de degradação da fração solúvel da matéria seca foi menor para NF 8% e PM 11%, em relação às outras silagens estudadas. Os valores podem ser observados na Tabela 2. Esses resultados estão próximos ao encontrado por David (2001). Tavares (2009) trabalhando com silagem de capim elefante, acrescida com resíduo de batata, observou diferença na taxa de degradação quando adicionou 0, 7 e 14% de resíduo de batata ficando em média 1,8%/h. Logo esse resultado ficou próximo, quando adicionou-se 5% e 8% de torta de nabo forrageiro, 11% de torta de pinhão manso e 100% de capim elefante.

O tempo de colonização do substrato (L) pelos microorganismos ou (lag time) pode ser observado na Tabela 2. O tempo de colonização (L) é o parâmetro que se relaciona à facilidade com que os microorganismos iniciam a degradação dos alimentos. Todos os valores obtidos nas silagens estudadas são considerados baixos comparados com gramíneas tropicais, de acordo com Bueno et al. (2000) (7,0 a 8,3 h). Segundo Vieira et al. (1997), esses valores possuem interferência no enchimento ruminal. Malafaia et al. (1998), trabalhando capim elefante com 60 dias de rebrota encontraram maiores valores para tempo

Tabela 1 – Valores médios de produção de gás, em ml/500mg, em 24 horas, em função do tipo de torta utilizada e nível de inclusão das mesmas na silagem de capim-elefante.

Tipo de torta	Níveis de inclusão de torta ¹			
	5%	8%	11%	100%
Tota de Nabo Forrageiro	57,5 a A	47,5 b A	48,8 b A	50,4 b A
Torta de Pinhão Manso	42,2 a A	52,2 b A	36,3 b A	24,9 c A
Torta de Tremoço	61,7 a A	81,4 a A	78,4 a A	99,9 a A
Erro-padrão da média	6,9			

1- Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%.

de colonização (8,45 h), quando comparados a esse estudo, que foi 2,47 h para a silagem de capim.

Foram encontradas diferenças significativas para as TNF, TPM e TT, nos diferentes níveis em relação ao volume de gases, em 96 h de incubação ($P < 0,05$). As silagens contendo torta de tremoço apresentaram maior produção de gases quando comparadas às outras tortas, conforme Tabela 3.

Há uma correlação entre a quantidade de PB, FDN e FDA e a produção de gases, ou seja, a quantidade de parede celular pode interferir negativamente na produção de gases, pois reduz a atividade microbiana devido ao aumento das condições adversas do meio com o progresso da incubação. Desse modo, os resultados encontrados,

podem evidenciar essa correlação, ou seja, a produção de gases das silagens adicionadas de torta de tremoço foi maior do que a de nabo forrageiro e pinhão manso, uma vez que as silagens adicionadas de torta de tremoço apresentaram maior teor de PB e menor de FDN e FDA.

Foram encontradas diferenças significativas ($P < 0,05$) para as TNF, TPM e TT nos diferentes níveis (Tabela 4). As silagens de capim-elefante adicionada de TT apresentaram maior valor de degradabilidade da matéria seca às 24 h em relação às outras tortas. Nas silagens de TNF e TPM, ao contrário da silagem de TT, à medida que aumentou o nível de inclusão das tortas de 5 para 11%, houve um decréscimo na degradabilidade da matéria seca às 24 h.

Tabela 2 – Produção de gases potencial (Vf) em ml/500 g, taxa de degradação (K) em %/h, tempo de colonização (L) em h, degradabilidade “in vitro” da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), em 24 e 96 horas, e fibra em detergente neutro (DFDN) das silagens estudadas.

Tratamentos	Médias							
	Vf	K	L	DMS 24	DMS 96	DMO 24	DMO 96	DFDN
NF 5%	295,0	1,85	0,83	33,01	50,48	30,69	46,98	50,22
NF 8%	306,6	1,77	1,20	30,38	49,08	28,60	46,23	50,37
NF 11%	258,0	2,05	0,04	29,30	47,38	27,28	44,14	46,53
NF 100%	176,7	5,90	0,14	27,99	40,86	25,50	37,25	29,64
PM 5%	271,6	2,25	3,26	28,75	40,98	26,94	38,40	46,54
PM 8%	280,4	2,50	3,26	25,99	37,27	24,03	34,46	53,13
PM 11%	270,2	1,78	2,13	22,66	32,85	21,12	30,63	57,92
PM 100%	180,5	5,14	0,16	17,91	30,38	16,94	28,73	55,72
TR 5%	377,0	1,99	1,65	29,90	46,81	27,46	43,02	51,09
TR 8%	348,4	2,22	0,52	38,15	56,53	35,18	52,11	43,28
TR 11%	362,0	2,31	0,20	39,42	58,63	36,66	54,50	39,09
TR 100%	377,9	4,52	0,20	42,52	67,15	40,15	63,46	19,57
CE 100%	338,9	1,84	2,47	33,35	51,45	33,35	48,22	60,50

1- NF5% (nabo forrageiro 5%); NF8% (nabo forrageiro 8%); NF11% (nabo forrageiro 11%); NF100% (nabo forrageiro 100%); PM5% (pinhão manso 5%); PM8% (pinhão manso 8%); PM11% (pinhão manso 11%); PM100% (pinhão manso 100%); TR5% (tremoço 5%); TR8% (tremoço 8%); TR11% (tremoço 11%); TR100% (tremoço 100%); CE100% (capim-elefante 100%).

Tabela 3 – Valores médios de produção de gás, em ml/500 mg, para o tempo de incubação de 96 horas, em função do tipo de torta utilizada e nível de inclusão das mesmas na silagem de capim-elefante.

Tipo de torta	Níveis de inclusão de torta ¹			
	5%	8%	11%	100%
Tota de Nabo Forrageiro	246,0 b A	250,7 b A	225,2 b A	188,6 b B
Torta de Pinhão Manso	240,4 b A	258,3 b A	221,2 b B	116,4 c C
Torta de Tremoço	324,7 a B	311,1 a B	329,3 a B	388,7 a A
Erro-padrão da média	9,7			

1- Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%.

Em todos os tratamentos, exceto naqueles em que adicionou-se TT, houve diminuição ($P < 0,05$) nos valores médios de degradabilidade da matéria seca às 96 horas, à medida que aumentou-se o nível de inclusão das tortas (Tabela 5).

Tavares (2009) encontrou para silagem de capim elefante valor médio (54,16%) de degradabilidade in vitro às 96 horas, próximo ao encontrado nesse trabalho (51,45%). Campos et al. (2002), medindo a produção de gases do capim elefante (*Pennisetum purpureum*), encontraram valores de degradabilidade de 81 % aos 45 dias, superior ao encontrado nesse estudo.

Beran et al. (2005), trabalhando com degradabilidade in situ da torta de girassol, encontraram fração solúvel de 56,40%, enquanto Bett et al. (2004) relataram valor de 32,40%.

Em todos os tratamentos, exceto naqueles em que adicionou-se TPM, houve diminuição ($P < 0,05$) nos valores médios de degradabilidade da fibra em detergente neutro à medida que aumentou-se o nível de inclusão das tortas. Esse resultado pode ser explicado pois, ao observarmos os valores médios da degradabilidade da fibra em detergente neutro das tortas puras (100%), vimos que a TPM apresenta valor superior às demais, tendo em vista o seu alto valor de degradabilidade (Tabela 6).

Tabela 4 – Valores médios de degradabilidade da matéria seca às 24 horas, em porcentagem, em função do tipo de torta utilizada e nível de inclusão das mesmas na silagem de capim-elefante.

Tipo de torta	Níveis de inclusão de torta ¹			
	5%	8%	11%	100%
Tota de Nabo Forrageiro	33,01 a A	30,38 b A	29,30 b A	27,99 b A
Torta de Pinhão Manso	28,75 b A	25,99 c A	22,66 c B	17,91 c C
Torta de Tremoço	29,90 b C	38,15 a B	39,42 a B	42,52 a A
Erro-padrão da média	1,1			

1- Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%.

Tabela 5 – Valores médios de degradabilidade da matéria seca às 96 horas, em porcentagem, em função do tipo de torta utilizada e nível de inclusão das mesmas na silagem de capim-elefante.

Tipo de torta	Níveis de inclusão de torta ¹			
	5%	8%	11%	100%
Tota de Nabo Forrageiro	50,48 a A	49,08 b A	47,38 b A	40,86 b B
Torta de Pinhão Manso	40,98 b A	37,27 c A	32,85 c B	30,38 c B
Torta de Tremoço	46,81 a C	56,53 a B	58,63 a B	67,15 a A
Erro-padrão da média	1,4			

1- Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%.

Tabela 6 – Valores médios de degradabilidade da fibra em detergente neutro, em porcentagem, em função do tipo de torta utilizada e nível de inclusão das mesmas na silagem de capim-elefante.

Tipo de torta	Níveis de inclusão de torta ¹			
	5%	8%	11%	100%
Tota de Nabo Forrageiro	50,22 a A	50,37 a A	46,53 b A	29,64 b B
Torta de Pinhão Manso	46,54 a A	53,13 a A	57,92 a A	55,72 a A
Torta de Tremoço	51,09 a A	43,28 a A	39,09 b A	19,57 b B
Erro-padrão da média	4,4			

1- Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, com um nível nominal de significância de 5%.

CONCLUSÕES

As silagens de capim-elefante adicionadas de torta tremoço, nos diferentes níveis, apresentaram maiores produções de gases que as adicionadas de tortas de nabo forrageiro ou de pinhão manso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL.

Energy and protein requirement of ruminants.

Wallingford: CAB International, 1993. 159p.

BERAN, F.H.B.; SILVA, L.D.F.; RIBEIRO, E.L.A. Degradabilidade ruminal "in situ" da matéria seca, matéria orgânica e da proteína bruta de alguns suplementos concentrados usados na alimentação de bovinos. **Semina Ciência Agrária**, v.26, n.3, p.405-417, 2005.

BETT, V.; OLIVEIRA, M.D.S.; SOARES, W.V.B. Digestibilidade *in vitro* e degradabilidade *in situ* de diferentes variedades de grãos de girassol (*Helianthus annuus* L.). **Acta Scientiarum**, Maringá, v.26, n.4, p.513-519, 2004.

BLÜMMEL, M.; MAKKAR, H.P.S.; BECKER, K. *In vitro* gas production: a technique revisited. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Madison, v.77, n.1, p.24-34, 1997.

BUENO, I.C.S.; ABDALLA, A.L.; CABRAL FILHO, S.L.S.; OWEN, E.; MOULD, F.L.; MACHADO, M.C.; GOBBO, S.P. Uso de líquido ruminal e fezes de bovinos e ovinos como fonte de inóculos para técnica *in vitro* de produção de gases (Compact disc). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999a.

BUENO, I.C.S.; ABDALLA, A.L.; CABRAL FILHO, S.L.S.; VITTI, D.M.S.S.; OWEN, E.; MAURICIO, R.M.; GIVENS, I.; SUTTON, J.D.; MOULD, F.L. Comparison of inocula from sheep and cattle for the *in vitro* gas production under tropical conditions. In: ANNUAL MEETING OF THE BRITISH SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 13., 1999, Scarborough. **Proceedings...** Penicuik: BSAS, 1999b. p.151-156.

DAVID, F.M.; TEIXEIRA, J.C.; EVANGELISTA, A.R.; PEREZ, J.R.O.; SANTOS, R.A.; SANTOS, M.; FERNANDES, F.F. Avaliação da composição

bromatológica e degradabilidade, através da técnica *in vitro*/gás, do Capim elefante e Colônia submetido a diferentes idades de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p.1174-1176.

GETACHEW, M.G.; BLÜMMEL, H.P.S.; MAKKAR, K.B. *In vitro* gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.72, p.261-281, 1998.

KHAZAAL, K.; DENTINHO, M.T.; RIBEIRO, J.M. Prediction of apparent digestibility and voluntary intake of hays fed to sheep: comparison between using fiber components, *in vitro* digestibility or characteristics of gas production or nylon bag degradation. **Animal Science**, Edinburgh, v.61, n.3, p.527-538, Dec. 1995.

MALAFAIA, P.A.M.; VALADARES FILHO, S.C.; VIEIRA, R.A.M.; SILVA, J.F.C. da; PEREIRA, J.C. Cinética ruminal de alguns alimentos investigada por técnicas gravimétricas, metabólicas e não invasivas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.27, n.2, p.370-380, 1998.

MAURICIO, R.M.; MOULD, F.L.; DHANOA, M.S.; OWEN, E.; CHANNA, K.S.; THEODOROU, M.K. Semi automated *in vitro* gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.79, p.321-330, 1999.

MAURICIO, R.M.; MOULD, F.L.; DHANOA, M.S.; OWEN, E.; CHANNA, K.S.; THEODOROU, M.K. Semi automation of the *in vitro* gas production technique using a pressure transducer. In: ANNUAL MEETING BRITISH SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 12., 1998, Scarborough. **Posters...** Scarborough: BSAS, 1998. p.70-74.

MENKE, K.H.; RAAB, L.; SALEWSKI, A.; STAINGASS, H.; FRITZ, H.; SCHNEIDER, W. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuff from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. **Journal of Agricultural Science**, v.93, p.217-222, May 1979.

ØRSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of American Science**, v.92, p.449-453, July 1979.

PEREZ, J.R.O. Sistema para a estimativa de digestibilidade *in vitro*. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES, 4., 1997, Lavras. **Anais...** Lavras: FAEPE; UFLA, 1997. p.55-68.

SANTOS, R.A.; TEIXEIRA, J.C.; PEREZ, J.R.O.; PAIVA, P.C.; MUNIZ, J.A.; ARCURI, P.B. Estimativa da degradabilidade ruminal de alimentos utilizando a técnica de produção de gás em bovinos, ovinos e caprinos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.3, p.689-695, maio/jun. 2003.

SAS INSTITUTE. **SAS procedures guide for computers**. 6.ed. Cary, 1999. v.3, 373p.

TAVARES, V.B. **Silagens de capim-elefante aditivadas com raspa de batata diversa na alimentação de bovinos**

leiteiros. 2009. 113p. Tese (Doutorado)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

THEODOROU, M.K.; WILLIAMS, B.A.; DHANOA, M.S.; MCALLAN, A.B.; FRANCE, J. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.48, p.185-197, June 1994.

VIEIRA, R.A.M.; PEREIRA, J.C.; MALAFAIA, P.A.M. Application of non-linear models in the description of *in situ* degradation profiles of the elephant-grass (*Pennisetum purpureum* Schum., Mineiro variety). **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.66, n.3, p.197-210, 1997.