

NUTRI^{time}

REVISTA ELETRÔNICA

www.nutritime.com.br

ISSN-1983-9006

Revista Eletrônica Nutritime, Artigo 161
v.9, n° 02 p.1770- 1778 – Março/Abril 2012



Artigo Número 161

DEGRADABILIDADE *IN VITRO* DA SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE ACRESCIDA DE FARELO DE BATATA "DIVERSA"¹

IN VITRO DEGRADABILITY OF ELEPHANT GRASS SILAGE PLUS OF "DISCARDED" POTATO MEAL

**Leandro Sâmia Lopes²; Paulo César de Aguiar Paiva³, Aduino
Ferreira Barcelos⁴, Otávio Machado Rodrigues Neto⁵, Maria
Cecília Lemes Alves⁶**

1 - Experimento financiado pela Epamig/CTSM - Campus UFLA, s/n - CEP: 37200-000. Lavras, Minas Gerais, Brasil.

2 - Doutor em Zootecnia - Universidade Federal de Lavras - Campus UFLA s/n -Departamento de Zootecnia - CEP: 37200-000. Lavras, Minas Gerais, Brasil. leandrosamia@yahoo.com.br

3 - Professor Titular - Universidade Federal de Lavras - Campus UFLA s/n -Departamento de Zootecnia - CEP: 37200-000. Lavras, Minas Gerais, Brasil. pcapaiva@dzo.ufla.br

4 - Pesquisador Doutor Epamig/CTSM - Campus UFLA, s/n - CEP: 37200-000. Lavras, Minas Gerais, Brasil. abarcelos@epamig.br

5 - Aluno de Doutorado - Universidade Federal de Lavras - Campus UFLA s/n -Departamento de Zootecnia - CEP: 37200-000. Lavras, Minas Gerais, Brasil. otavionetto@terra.com.br

6 - Aluno de Graduação em Zootecnia - Universidade Federal de Lavras - Campus UFLA s/n - Departamento de Zootecnia - CEP: 37200-000. Lavras, Minas Gerais, Brasil. cecidoperi@hotmail.com



RESUMO: Objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito do farelo de batata diversa (FBD) adicionado à silagem de capim-elefante sobre a degradabilidade *in vitro*, pela técnica de produção de gás. Os tratamentos foram: silagem sem adição de FBD; silagem com 5%, 10%, 15%, 20% de FBD. As leituras de pressão e volume dos gases foram obtidas por meio de um manômetro acoplado a uma seringa, nos seguintes tempos de incubação: 1; 2; 3; 4; 5; 6; 9; 12; 18; 24; 30; 36; 48; 60 e 72 horas. A cinética de produção cumulativa dos gases foi analisada através do modelo logístico unicompartmental. Para os ajustes, utilizou-se se o processo interativo do algoritmo de Marquadt. O volume acumulado de gás e a taxa de degradação foram submetidos à análise de variância e, quando significativo, foram submetidos à regressão. Para a MS, o tratamento com 20% de adição de FBD apresentou os maiores valores de produção final de gases, seguido pelos tratamentos com 10 e 15% com valores intermediários, e os tratamentos sem adição e com 5%, com valores mais baixos. Esta tendência de comportamento para a produção de gás foi seguida pelas frações FDN e SDN. Por outro lado, os tratamentos com 15 e 20% de FBD apresentaram maiores valores para taxa de degradação da SDN em relação aos demais tratamentos que não diferiram entre si. A técnica de produção de gás permitiu estimar as taxas de digestão das frações insolúveis e, principalmente, das frações solúveis dos carboidratos totais.

Palavras chave: aditivo, rúmen, subprodutos

ABSTRACT: The objective of this research was to evaluate the effect of discarded potato meal (DPM) as an additive to elephant grass silage on the degradability *in vitro*, using the gas production technique. The treatments were: silage without

addition of DPM; silage with 5%, 10%, 15%, 20% of DPM. The readings of pressure and volume of gases were obtained by a manometer coupled in a syringe in the following incubation times: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 60 and 72 hours. The cumulative kinetics of gas production was analyzed using the unicompartmental logistic model. For the adjustments, was used the interactive process of Marquadt algorithm. The accumulated volume of gas and the degradation rate were submitted to analysis of variance, and when the results were significant, were submitted to regression. For the DM, the treatment with 20% of DPM showed the highest values of final gas production, followed by the treatments with 10 and 15% that showed intermediate values, and the treatments without DPM and with 5% of DPM, with lower values. This trend of behavior for the gas production was followed by the fractions NDF and NDS. On the other hand, the treatment with 15 and 20% of DPM showed higher values for degradation rate of NDS when compared with the other treatments that didn't show differences between them. The gas production technique allowed estimating degradation rate of insoluble fractions, mainly the soluble ones of total carbohydrates.

Key words: additive, rumen, byproducts

INTRODUÇÃO

A estacionalidade da produção de forragens é um desafio na pecuária brasileira. Dessa forma, ensilagem é uma boa opção para o aproveitamento do excesso de forragem produzida durante a estação de maior crescimento das plantas forrageiras.

Nesse contexto, o capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Shum.) destaca-se por ser uma forrageira muito utilizada e com alta produção de matéria seca (MS) por hectare. Por outro lado, quando o capim-elefante é ensilado em estádio



de desenvolvimento, que apresenta bom valor nutritivo, algumas características como alto teor de umidade e baixos teores de carboidratos solúveis podem influenciar negativamente sobre o processo produtivo da silagem.

Uma das medidas adotadas para conservar o valor nutritivo da silagem, produzidas com forrageiras com alto teor de umidade seria a utilização de subprodutos agroindustriais como aditivos visando o aumento da MS da silagem.

Com o desenvolvimento da agroindústria brasileira, e consequente aumento no processamento e na industrialização de alimentos, é cada vez maior o aproveitamento de subprodutos agrícolas na nutrição de ruminantes.

"Batata Diversa" é o nome atribuído ao tubérculo da batata (*Solanum tuberosum* L.) impróprio para o consumo humano por não apresentar padrões de comercialização de tamanho e qualidade. Assim, este resíduo agrícola torna-se um alimento viável devido ser constituído de até 70% de amido na MS, o que pode apresentar uma potencial fonte de energia para os animais (Balsalobre 1995).

De acordo com Balsalobre (1995), uma boa forma de utilização da batata diversa é o seu emprego como aditivo para silagens no sentido de elevar o teor de MS, podendo ser utilizada para silagens de gramíneas e leguminosas.

Muito dos resíduos agroindustriais utilizados na nutrição animal, são fornecidos sem se conhecer sua composição química e o seu valor nutritivo, como é o caso do farelo de batata "diversa". Dessa forma, existem vários métodos disponíveis para avaliar a qualidade dos alimentos, embora todos apresentem algumas limitações.

A determinação de frações degradáveis ou não no rúmen é de fundamental importância no balanceamento de rações para bovinos. Por isso, o uso da técnica de produção de gás *in vitro* tem sido

utilizado para simular a degradação dos nutrientes no rúmen em função do tempo de contato do alimento com os microrganismos ruminais.

A técnica de produção de gás consiste basicamente em medir a produção total de gás liberada pela fermentação de uma amostra incubada em líquido ruminal tamponado. Estudos têm demonstrado que a produção de gás possui alta correlação com a degradação dos alimentos, além de apresentar baixo custo e ser facilmente reproduzível em laboratório (Menke et al., 1979; Pell & Schofield, 1993; Theodorou et al., 1994).

Objetivou-se com este trabalho, avaliar a degradabilidade *in vitro* da silagem de capim-elefante acrescida de farelo de batata "diversa", pela técnica da produção de gás.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da UFLA. A batata "diversa" foi obtida de beneficiadoras na região Sul do Estado de Minas Gerais.

O farelo de batata "diversa" (FBD) foi preparado em picadeira forrageira, em seguida seca ao sol, até alcançar teor de umidade entre 10 e 12 %, ensacada e armazenada em local seco, ventilado e livre de umidade. No momento do uso, a FBD foi triturada em moinho estacionário com peneira de 5 mm.

O capim-elefante utilizado (*Pennisetum purpureum*, Shum cv. Napier) para a confecção da silagem apresentava aproximadamente dois metros de altura e 130 dias de idade. A silagem foi preparada utilizando silos laboratoriais (PVC) com dimensões de 10 cm de diâmetro e 60 cm de comprimento, com válvulas de Bunsen para a saída dos gases da fermentação, e armazenadas após o fechamento por um período de 30 dias.



Os tratamentos utilizados foram: silagem sem adição de FBD (T0%); silagem com 5% de FBD (T5%); silagem com 10% de FBD (T10%); silagem com 15% de FBD (T15%); e silagem com 20% de FBD (T20%).

O FBD e as silagens foram analisadas quanto aos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) e pH de acordo com as metodologias propostas por Silva (2004); amido pelo método Somogy & Nelson (1944) e FDN e FDA de acordo com Van Soest & Wine (1968).

A composição bromatológica do FBD utilizada encontra-se na Tabela 1:

A composição bromatológica das silagens, com seus respectivos tratamentos encontram-se na Tabela 2:

Para as incubações, foi tomada uma amostra de aproximadamente 8g de cada tratamento, a qual foi submetida à fervura durante 1 hora em solução de detergente neutro. Posteriormente, os resíduos foram filtrados em sacos de náilon (porosidade média 54 μm) e exaustivamente lavados com acetona e água destilada quente, para completa remoção do detergente e, em seguida, colocados em estufa de ventilação forçada a 65°C durante 72 horas. Junto com as silagens, foi feita a incubação do farelo de batata "diversa" para determinar a taxa de degradação da MS, FDN e SDN.

Foram utilizadas duas vacas da raça Jersey não lactantes, fistuladas no rúmen, para a coleta do líquido ruminal. Os animais receberam dieta basal 15 dias antes da coleta de líquido ruminal, contendo capim-elefante (60% da MS) e concentrado (40% da MS), constituído de 30% de farelo de batata diversa, 37% de milho, 27% de farelo de soja, 2% de uréia, 1% de fosfato bicálcico e 3% de complexo mineral-vitamínico.

O líquido ruminal foi filtrado em camada dupla de gaze e, simultaneamente a este processo, o líquido foi acondicionado em garrafas

térmicas previamente aquecidas (39°C). Estas foram imediatamente levadas para o laboratório e infundidas com CO₂ para evitar fermentação aeróbica.

Utilizou-se a solução tampão de McDougal (McDougal, 1949). Esta solução sofreu aspensão com CO₂ para que o pH fosse reduzido de 8,6 para, aproximadamente, 6,8 - 7,0. Nesta etapa, foram adicionados 2 ml de solução redutora previamente preparada, composta de 625 mg de HCL-cisteína, 625 mg de sulfeto de sódio, 4 ml de NaOH 1 N e 50 ml de água destilada.

Procedeu-se à incubação em frascos com capacidade de 100 ml. Inicialmente, foram pesados 400 mg de MS e de FDN e colocados em frascos separados, utilizando-se triplicata. Em seguida, foram adicionados, para hidratar as amostras, 4 ml de água destilada. Em cada frasco de incubação foram colocados 28 ml da solução basal pré-reduzida (26 ml de solução tampão e 2 ml de solução redutora), sempre sob aspensão de CO₂, para que as condições anaeróbicas fossem mantidas. Posteriormente, os frascos foram colocados em banho-maria a 39°C e, em cada um deles, inoculados 8 ml de líquido ruminal filtrado, também sob aspensão de CO₂. Os frascos foram imediatamente fechados com tampa de borracha, lacrados com tampa plástica rosqueada e mantidos em banho-maria para evitar choques térmicos (Malafaia et al., 1998). As incubações foram realizadas separadamente para MS e para FDN.

As leituras de pressão e volume dos gases foram obtidas por meio de um manômetro (0-1 kgf/cm²) acoplado a uma seringa (20 ml), conforme descrito por Malafaia et al. (1997), nos seguintes tempos: 1; 2; 3; 4; 5; 6; 9; 12; 18; 24; 30; 36; 48; 60 e 72 horas após o início das incubações. Ao serem obtidos os valores de pressão e de volume em cada tempo, estes foram somados aos valores das leituras anteriores, possibilitando assim a construção de



curvas correspondentes à fração solúvel em detergente neutro (SDN), obtida pela diferença entre o gás da MS e o da FDN para cada tempo de incubação, método esse denominado "curva de subtração".

A cinética de produção cumulativa dos gases foi analisada empregando-se o modelo logístico unicompartmental descrito por Schofield & Pell (1995):

$$V_t = \frac{V_{t1}}{(1 + e^{(2+4\mu(T-L))})}$$

no qual $V(t)$ é o volume acumulado no tempo t ; V_{t1} é o volume total de gás produzido a partir da fração em questão; μ é a taxa de degradação da fração, L (h) é o tempo de colonização e T (h) é o tempo de incubação.

Para a realização dos ajustes, utilizou-se o processo iterativo do algoritmo de Marquadt implantado no software SAEG, descrito por Euclides (1997).

Os valores do volume acumulado de gás e a taxa de degradação foram submetidos à análise de variância (SAS, 1996), e quando significativo, as mesmas foram submetidas ao estudo de regressão.

O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} = efeito do nível de bata "i" na repatição "j";

μ = média geral;

T = efeito do tratamento i

e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito de tratamentos ($P < 0,05$) para os dados referentes ao volume (ml) final de gás produzido na degradação da MS, FDN e SDN da silagem de capim-elefante acrescida de FBD. Para a taxa de degradação (%/h), houve diferença ($P < 0,05$) apenas para a fração SDN.

Para a MS, o tratamento com 20% de adição de FBD apresentou os maiores valores de produção final de gases, seguido pelos tratamentos com 10 e 15% de adição de FBD com valores intermediários e os tratamentos sem adição e com 5% de adição de FBD com valores mais baixos. Esta tendência de comportamento para a produção de gás foi seguida pelas frações FDN e SDN.

Por outro lado, os tratamentos com 15 e 20% de FBD apresentaram maiores valores para taxa de degradação da SDN em relação aos demais tratamentos, que não diferiram entre si.

As médias do volume acumulado de gás (ml), a taxa de degradação (%/h) e os coeficientes de determinação (R^2) encontram-se na Tabela 3.

Observou-se comportamento semelhante para MS, FDN e SDN, onde com exceção do tratamento com 5% de adição de FBD, ocorreu aumento da produção de gás na medida em que se aumentaram os níveis de FBD na silagem de capim-elefante.

Os maiores valores de produção de gás observados para 20% de FBD decorrem do fato de que alimentos ricos em carboidratos, como o amido presente no FBD, propiciam maior fermentação ruminal, e conseqüentemente maior produção de gás ao longo do tempo em relação aos demais tratamentos.

Os maiores valores da taxa de degradação da SDN em relação a MS e FDN pode ser em função da maior quantidade de carboidratos solúveis presente nesta fração, o que permitiu uma degradação mais rápida do substrato pelos microrganismos ruminais presentes na solução.

A fração solúvel dos carboidratos não é bem definida quimicamente, devido às diferentes proporções de pectina, frutanas e amido contido nos alimentos. Essa fração, entretanto, tem alto valor nutricional para os microrganismos do rúmem. Conseqüentemente, essas



frações solúveis dos alimentos contribuem muito para a produção dos ácidos graxos voláteis, fonte de energia para os ruminantes (Stefanon et al. 1996).

Resende et al. (2005), encontraram valores semelhantes para a taxa de degradação da MS através da técnica de degradabilidade *in situ* para a silagem de capim-elefante acrescida dos mesmos níveis de FBD.

As curvas de degradação da MS, FDN e SDN podem ser observadas nas Figuras de 1 a 3. Na figura 1, com exceção do tratamento com apenas RBD que se estabilizou com aproximadamente 36 horas, dos demais tratamentos se estabilizaram com tempos acima de 60 horas, onde o tratamento com inclusão de 20% de RBD não apresentou estabilização. Sendo assim, deveria ser utilizado um maior tempo de incubação até que os todos os valores viessem a se tornar estabilizados.

Na figura 2, o comportamento da curva da FDN seguiu o mesmo comportamento da curva da MS, porém, com valores menores. Com exceção do tratamento com apenas RBD que se estabilizou com apenas 18 horas, os demais tratamentos se estabilizaram com tempo de aproximadamente 36 horas de incubação.

Na figura 3, o tratamento com apenas RBD e com 20% de inclusão de RDB apresentaram maiores taxas de degradação ao longo do tempo, devido aos maiores teores de carboidratos solúveis presentes nestes tratamentos. Porém, as estabilizações destes tratamentos ocorreram com aproximadamente 48 horas, enquanto os demais tratamentos se estabilizaram com tempos superiores a 60 horas, demonstrando que a produção de gás foi mais lenta ao longo do tempo.

O comportamento de produção de gás (ml) para a matéria seca (VFMS), fibra em detergente neutro (VFFDN) e fração solúvel (VFSDN) apresentaram acréscimo variando de 1,29 e 2,07 ml de gás para cada unidade de resíduo de batata adicionada na silagem (Figura 4).

CONCLUSÃO

A técnica de produção de gás permitiu estimar as taxas de digestão das frações insolúveis e, principalmente, das frações solúveis dos carboidratos totais.

A fração solúvel em detergente neutro (SDN) contribui com maior produção de gás em relação à fração da fibra em detergente neutro (FDN), sendo essa a principal fonte de energia para o crescimento microbiano.

Tabela 1: Composição bromatológica do farelo de batata diversa, em base de matéria seca (MS).

Nutriente	%
Matéria seca (MS)	86,1
Proteína Bruta (PB)	12,4
Fibra em Detergente Neutro (FDN)	13,2
Fibra em Detergente Ácido (FDA)	6,2
Matéria Mineral (MM)	3,6
Extrato Etéreo (EE)	3,8
Amido	57,0



Tabela 2: Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e pH das silagens experimentais.

Tratamentos	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	pH
Silagem	33,5	6,1	73,1	45,2	3,71
Silagem + 5% FBD	36,5	6,6	71,3	39,4	3,75
Silagem + 10% FBD	39,7	7,7	63,0	37,5	3,87
Silagem + 15% FBD	41,1	7,7	59,0	36,6	3,96
Silagem + 20% FBD	42,2	8,0	52,5	30,4	4,00

Tabela 3: Volume final (VF) em mL, taxa de degradação (C) em %/h, e coeficiente de determinação (R^2) para MS, FDN e SDN da silagem de capim-elefante com diferentes adições de farelo de batata "diversa".

Frações	Resíduo de Batata (%)				
	0	5	10	15	20
MS					
VF	58,8	57,5	71,6	74,4	83,3
C	4,02	4,18	4,11	4,15	4,22
R^2	0,99	0,98	0,97	0,96	0,96
FDN					
VF	21,3	20,3	33,1	34,5	41,3
C	5,30	4,98	6,17	5,78	5,21
R^2	0,99	0,98	0,99	0,99	0,98
SDN					
VF	36,6	36,0	38,5	39,8	43,1
C	7,65	8,13	9,34	12,66	12,69
R^2	0,98	0,96	0,91	0,91	0,96

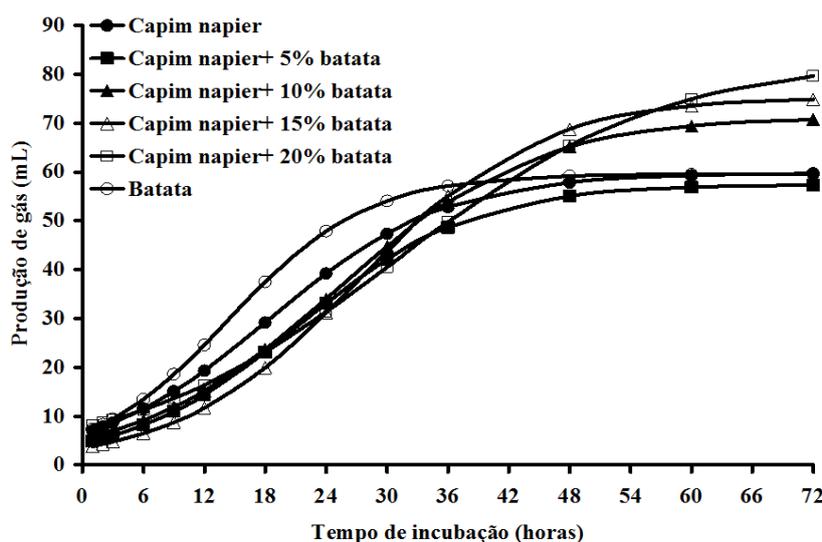


FIGURA 1. Produção de gás da matéria seca da silagem de capim-elefante com diferentes adições de resíduo de batata, em função do tempo de incubação.

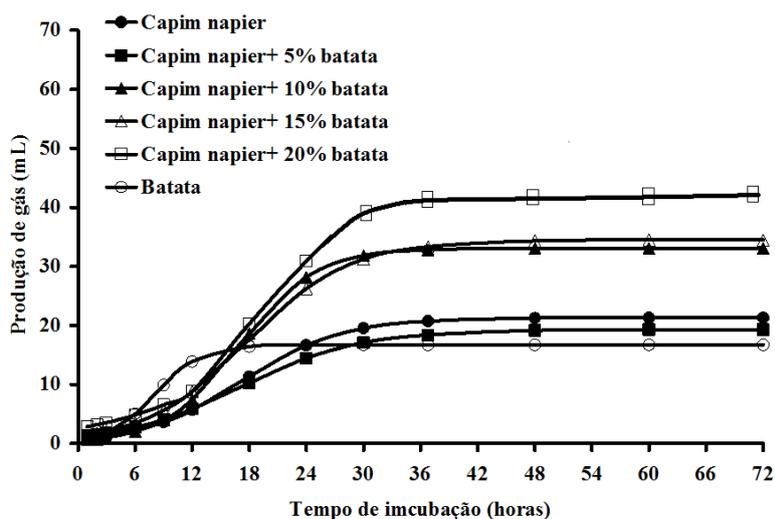


FIGURA 2. Produção de gás da FDN da silagem de capim-elefante com diferentes adições de resíduo de batata, em função do tempo de incubação.

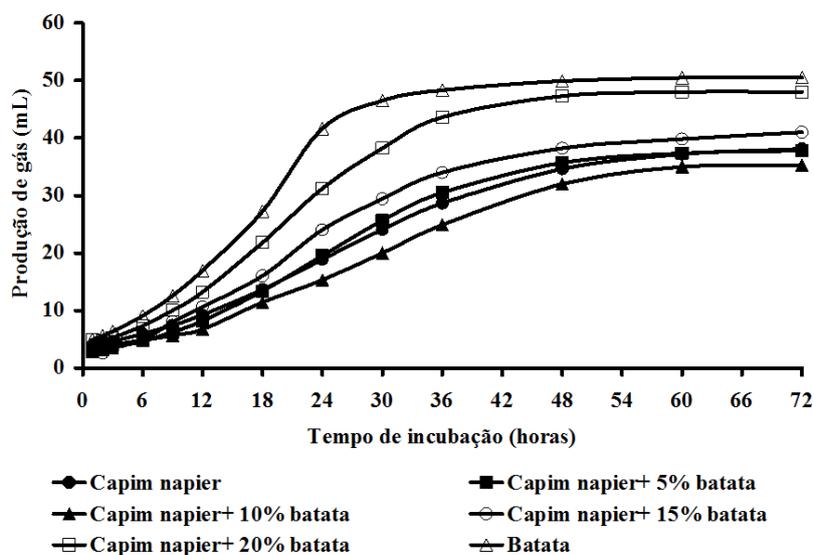


FIGURA 3. Produção de gás da SDN da silagem de capim-elefante com diferentes adições de resíduo de batata, em função do tempo de incubação.

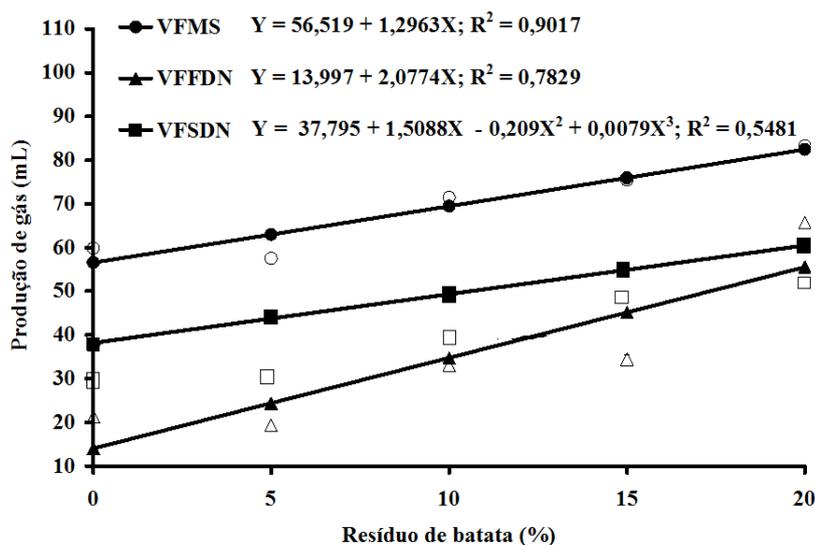


FIGURA 4. Comportamento do volume final de produção de gás (VF) da fração MS, FDN e SDN da silagem de capim-elefante em função dos níveis de resíduo de batata.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Balsalobre MAA (1995) Batata, beterraba, cenoura e nabo. In: Simpósio sobre nutrição de bovinos, Piracicaba. Anais... p. 99-121.

Euclides RF (1997) Manual de utilização do programa SAEG: sistema de análises estatísticas e genéticas. 2ª edição. Viçosa, 150p.

Malafaia PAM, Valadares Filho SC, Vieira RAM, Silva JFC & Pereira JC (1998) Cinética ruminal de alguns alimentos investigada por técnicas gravimétricas e metabólicas. Revista Brasileira de Zootecnia, 27:370-380.

Malafaia PAM, Valadares Filho SC & Vieira RAM (1997) Avaliação de alguns volumosos através da técnica de produção de gás e da subtração de curvas. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Juiz de Fora. Anais...SBZ, p.103-105.

Mcdougal EI (1949) Studies on ruminal saliva. 1. The composition and output of sheep's saliva. Biochemical Journal, 43:99-109.

Menke KH, Raab L & Salewsky A (1979) The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. The Journal of Agricultural Science, 93:217-223.



Pell AN & Schofield P (1993) Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion *in vitro*. *Journal of Dairy Science*, 76:1063-1073.

Resende VM, Paiva PCA, Barcelos AF, Teixeira JC & Nogueira DA (2005) Degradabilidade ruminal das silagens de capim-napier produzidas com diferentes níveis de batata "diversa". *Ciência e Agrotecnologia*, 31:485-491.

Silva DJ (2004) *Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3ª edição. Viçosa. 235 p.

Schofield P & Pell AN (1995) Measurement and kinetics analysis of the neutral detergent-soluble carbohydrate fraction of legumes and grasses. *Journal of Animal Science*, 73:3455-3463.

Somogy M & Nelson NA (1944) *Técnica de extração do amido*. [S.1.: s.n.], Apêndice B.

Sas (1996) *Statistical Analyses System Institute*. Inc, Cary, NY.

Stefanon B, Pell AN & Schofield P (1996) Effect of maturity on digestion kinetics of water-soluble and water insoluble fractions of alfalfa and brome hay. *Journal of Animal Science*, 74:1104-1115.

Theodorou MK, Williams BA, Dhanoa MS & Mcallan AB (1994) A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminal feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 48:185-197.

Van Soest PJ & Wine RH (1968) The determination of lignin and cellulose in acid-detergent fiber with permanganate. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, 51:780-785.