

## Avaliação de fenos produzidos com *Andropogon gayanus* em diferentes idades empregando-se a técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases

Cavalcanti, André Cayô<sup>1,4</sup>; Eloísa de Oliveira Simões Saliba<sup>2</sup>; Cristovão Colombo de Carvalho Couto Filho<sup>3</sup>; Filipe Aguiar Silva<sup>2</sup>; Cecília da Mota Ribeiro e Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo. Rodovia BR – 101 Norte km 60 Litorâneo 29932540 - São Mateus, ES – Brasil; <sup>2</sup>Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária. São Francisco Belo Horizonte, MG – Brasil. Caixa postal 567; <sup>3</sup>Instituto Federal do Maranhão, Instituto Federal do Maranhão - Campus São Luís/Reitoria. Avenida Castelo Branco, 789 São Francisco 65076090 - São Luís, MA – Brasil; <sup>4</sup>andrecavalcanti40@yahoo.com.br

Cavalcanti, André Cayô; Eloísa de Oliveira Simões Saliba; Cristovão Colombo de Carvalho Couto Filho; Filipe Aguiar Silva; Cecília da Mota Ribeiro e Silva (2018) Avaliação de fenos produzidos com *Andropogon gayanus* em diferentes idades empregando-se a técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases. Rev. Fac. Agron. Vol 117 (2): 285-291.

Objetivou-se avaliar o feno da *Andropogon gayanus* pela técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases. O delineamento estatístico adotado foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, sendo as três idades de corte (56, 84 e 112 dias) as parcelas, os inóculos ruminais os blocos, e os tempos de leitura de produção de gases as sub-parcelas. A degradabilidade da matéria seca foi medida nos tempos de 6, 12, 24, 48 e 96 horas. As maiores produções ( $p > 0,05$ ) acumuladas de gases foram obtidas com os fenos colhidos aos 56 e 84 dias com 195,1 e 189,4 mL/g de MS respectivamente. Dentre as três idades avaliadas, recomenda-se o feno colhido aos 56 dias de crescimento.

**Palavras-chave:** degradabilidade; *in vitro*; semi – automática; forrageira; ruminante; valor nutricional.

Cavalcanti, André Cayô; Eloísa de Oliveira Simões Saliba; Cristovão Colombo de Carvalho Couto Filho; Filipe Aguiar Silva; Cecília da Mota Ribeiro e Silva (2018) Evaluation of hays produced with *Andropogon gayanus* grass at different ages using semi - automated *in vitro* gas production technique Rev. Fac. Agron. Vol 117 (2): 285-291.

In this study were utilized *Andropogon gayanus* hays produced at different ages of growth (56, 84 and 112 days) for assay of degradability of *in vitro* dry matter using semi-automated *in vitro* gas production technique. The statistical design was randomized blocks with split plots. The ages of growth were parcels and degradation time (6, 12, 24, 48 and 96 hours) were subparcels, with five blocks. The observed results indicated that the best hay of *A. gayanus* are obtained from plants cutted in between 56 days of growth.

**Keywords:** conservation forage; degradability; kinetics rumen.

---

Recibido: 17/03/2016

Aceptado: 09/12/2018

Disponibile on line: 01/04/2019

ISSN 0041-8676 - ISSN (on line) 1669-9513, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, Argentina

## INTRODUÇÃO

O capim *Andropogon (Andropogon gayanus)* foi introduzido no Brasil pelo Centro de Pesquisa Agropecuário dos Cerrados (Embrapa Cerrados), uma de suas características é concentrar a maior parte de sua produção de matéria seca durante a estação quente e chuvosa do ano. Para aproveitar esse potencial, a fenação se constitui em uma das alternativas recomendáveis.

A fase de desenvolvimento da forrageira é um dos fatores mais importantes para determinar a qualidade do feno, uma vez que, em função do envelhecimento, há uma marcante redução no valor nutricional das forrageiras tropicais. Todavia, a qualidade do feno depende também das condições ambientais e da manipulação da forragem durante todo o processo de seu preparo (Euclides et al., 2009).

Ensaio *in vivo* são os métodos mais adequados para determinar o valor nutricional dos alimentos em nutrição de ruminantes. Entretanto, esses ensaios requerem considerável quantidade de animais, alimentos, mão-de-obra, tempo e alto custo financeiro, limitando assim a sua aplicabilidade. Como alternativa, várias técnicas *in vitro* vêm sendo utilizadas, devido ao baixo custo e rápida execução (Maurício et al., 2003).

As técnicas *in vitro* de produção de gases são capazes de simular o ambiente ruminal e a digestão enzimática (Theodorou et al., 1994), apresentam comprovado potencial em descrever a cinética da fermentação ruminal e estimar o consumo (Blümmel e Ørskov, 1993), além de fornecer a taxa e extensão da degradação das forrageiras, bem como medição dos produtos da fermentação de partes solúveis e insolúveis dos substratos (Getachew et al., 1998). Essa técnica permite avaliar grande número de substratos por experimento, apresentando alta acurácia nas medições, simplicidade no manuseio de equipamentos, baixo custo na implantação e por amostra analisada (Maurício et al., 2003). Dessa forma, as técnicas *in vitro* de produção de gases têm se tornado interessante alternativa para estudos de forrageiras (Getachew et al., 1998).

Objetivou-se com este experimento avaliar os fenos produzidos com *Andropogon gayanus* colhido em diferentes idades de crescimento (56, 84 e 112 dias) através da técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases.

## MATERIAL E MÉTODOS

O feno foi produzido em uma fazenda localizada no município de Lagoa Santa - Minas Gerais, sendo utilizada uma área de capim *Andropogon gayanus* já estabelecida. Na análise de solo observaram-se as seguintes características: pH 5,3,  $Al^{3+}$  0,6 cmol.carga/dm<sup>3</sup>, P 1,5 mg/dm<sup>3</sup>, K 183 mg/dm<sup>3</sup>, índice de saturação de bases de 39% e classificação de textura franco argilosa. Com base na análise de solo, no início do período chuvoso, procedeu-se a correção da acidez com a aplicação de 2000 kg/ha de calcário dolomítico. Trinta dias depois, foi realizada a uniformização da área experimental, a 20 cm do solo com o uso de roçadeira movida pela tomada de força

do trator, e a adubação. Para adubação de cobertura foram utilizados 250 kg/ha de 08-24-12 e 100 kg/ha de 30-00-20 (N:P:K). O capim foi submetido ao corte em três épocas (3 tratamentos), nas seguintes idades de crescimento: 56, 84 e 112 dias. O primeiro corte foi realizado dia 27 de janeiro de 2007 e os demais a cada 28 dias.

A confecção dos fenos foi realizada na Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, onde a forragem cortada anteriormente foi colocada em bandejas de ferro de 1 m<sup>2</sup> (1 x 1 m), em camadas de 5 cm e expostas ao sol, sendo reviradas quatro vezes ao dia. Caso não dessem ponto de feno, as bandejas eram recolhidas e colocadas em galpão, para evitar o orvalho, e no dia seguinte eram expostas novamente ao sol. O ponto de feno era observado quando ao torcer um molho de folhas e hastes, apenas algumas se rompiam.

As amostras com feno do capim *A. gayanus* foram pré-secadas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas. Posteriormente o material foi moído em moinho com peneira de 1,0 mm utilizadas na avaliação do estudo *in vitro*.

O meio de cultura utilizado neste experimento foi preparado de acordo com recomendações de Theodorou et al. (1994). O meio foi composto por solução macromineral (9,5 g/L de Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>.12H<sub>2</sub>O; 6,2 g/L de KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> e 0,6 g/L MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O), solução micromineral (132 g/L de CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O, 100 g/L de MnCl<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O, 10 g/L de CoCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O e 80 g/L de FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O) solução tampão (4 g/L de NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> e 35 g/L de NaHCO<sub>3</sub>), indicador (0,01 g/L de Rezasurina) e agente redutor (6,25 g de HCl Cisteína, 950 mL água destilada, 40 mL de NaOH 1 M e 6,25 g de Na<sub>2</sub>S.9H<sub>2</sub>O). As soluções foram misturadas na seguinte ordem e proporções: 500 mL de água destilada, 200 mL de solução tampão, 200 mL solução macromineral, 0,1 mL de solução micromineral e 1 mL de solução indicadora. Esta mistura foi agitada constantemente e saturada com CO<sub>2</sub> por duas horas até atingir coloração rósea, sendo então adicionados 90 mL aos frascos de fermentação.

Para avaliar a degradabilidade desses materiais pela técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases (Maurício et al., 1999), a fermentação desses materiais foi realizada em frascos (160 mL) previamente lavados com água destilada e posteriormente secos em estufa. Visando a manutenção de fermentações anaeróbicas, em todos os frascos foram injetados CO<sub>2</sub> antes da adição dos substratos. Foi adicionado em cada frasco 1 g de substrato, conforme recomendações de Maurício et al (1999), sendo utilizados três frascos por tratamento (três réplicas para cada uma das amostras). Foram também utilizados frascos contendo somente líquido ruminal e meio de cultura (*Buffer*) como controle, ou seja, a produção de gases oriundos do conteúdo ruminal foi descontada da produção total. Foram utilizados três frascos controle para cada 24 frascos que continham substrato. Em cada frasco foram adicionados manualmente 90 mL de meio de cultura (Theodorou et al., 1994). Os frascos foram vedados com rolhas de silicone (14 mm) garantindo a completa manutenção de gases em seu interior. Essas atividades foram realizadas no dia anterior à inoculação. Para evitar qualquer tipo de fermentação, os frascos foram

mantidos à 4°C durante a noite. Cinco horas antes da inoculação (7:00 horas) os frascos foram removidos da geladeira para estufa a 39°C.

O líquido ruminal utilizado para inoculação neste experimento foi coletado de cinco novilhas fistuladas no rúmen, com peso aproximado de 400 kg, mantidas na Fazenda da Universidade Federal de Viçosa no Campus de Florestal, em Florestal – MG. Os animais foram mantidos em piquetes, onde tiveram acesso livre à água e sal mineral. A dieta dos animais era composta por pasto de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu mais 2 kg de concentrado (18% de PB) por animal.

O líquido ruminal coletado foi retirado manualmente de várias partes do rúmen e armazenado em garrafas térmicas previamente aquecidas. No Laboratório de Gases do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG, o inóculo foi filtrado utilizando sacos de náilon com poros de 50 micras (µm) e dimensões de 10 por 20 cm. O filtrado foi mantido em banho-maria a 39°C, sob injeção contínua de CO<sub>2</sub>, sendo então submetido à avaliação de suas características físico-químicas e atividade microbiana.

A inoculação foi realizada através da injeção em cada frasco de 10 mL do inóculo preparado, usando-se uma seringa graduada. Logo após a injeção do inóculo, os frascos foram vedados com uma rolha de silicone e em seguida, uma agulha foi mantida fixa na tampa por alguns segundos para estabilização entre pressão interna e externa. Em seguida foi retirada a agulha de cada frasco e os mesmos foram manualmente agitados e colocados em estufa a 39°C (tempo zero).

A pressão originada pelos gases acumulados nos frascos foi medida com um transdutor de pressão conectado a um leitor digital (tipo T443A, Bailey e Mackey, Inglaterra) permitindo, desta forma, a captura de dados. As leituras de pressão foram tomadas em maior frequência durante o período inicial de fermentação e reduzidas posteriormente nos seguintes tempos pós-inoculação (tempo zero), 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 20, 22, 24, 30, 36, 48, 60, 72 e 96 h.

A transformação dos valores de pressão de gases para volume de gases foi estimado a partir da equação matemática descrita por Maurício *et al.* (2003).

$$VG = (0,051 * P^2) + (4,43 * P) - (0,004)$$

Em que:

VG = volume de gases (mL);

P = pressão dos gases (libra por polegada quadrada "psi - pound square inch").

A agulha acoplada ao transdutor de pressão foi inserida através da tampa de silicone e a pressão medida e armazenada no computador. O transdutor foi então removido e a agulha mantida inserida à tampa por alguns segundos para completa estabilização entre pressão interna e externa. Este processo foi repetido em todos os frascos de cada bandeja e após as leituras, essas foram agitadas manualmente e recolocadas na estufa. No final do período de fermentação dos tempos 6, 12, 24, 48 e 96 h, os frascos foram removidos da estufa e levados para geladeira a 4°C. Imediatamente o material sólido e

líquido de cada frasco foi filtrado em cadinhos filtrantes de borosilicato (porosidade 1) usando bomba de vácuo. A matéria seca degradada foi determinada pela secagem dos cadinhos a 105°C durante 48 horas. Os cadinhos com os resíduos de matéria seca foram levados para uma mufla a 500°C durante três horas para determinação da matéria mineral, que foi utilizada para determinar a degradação da matéria orgânica.

Os dados da cinética de produção de gases e da degradabilidade foram submetidos a análise de regressão pelo programa estatístico SAEG (Euclides, 2005) e regredidos ao modelo de France *et al.* (1993):

$$Y = A * \{1 - \exp[-b(t - TC) - c * (\sqrt{t} - \sqrt{L})]\}$$

Em que:

Y = produção acumulativa de gases (ml);

A = máxima produção acumulada de gases (ml);

TC = tempo de colonização (h);

b = (h<sup>-1</sup>) taxa fracional constante;

c = (h<sup>-0,5</sup>) taxa fracional constante;

t = tempo (h).

A taxa fracional média (h<sup>-1</sup>) de produção de gases (µ) foi calculada como:

$$\mu = (b + c) / 2 * (\sqrt{t})$$

Em que:

µ = taxa de produção de gases (mL/h);

t = tempo de incubação;

b e c = constantes.

As degradabilidades efetivas foram estimadas usando-se os dados de produção de gases e degradabilidade *in vitro* com 96 horas de incubação, com auxílio do programa Microsoft Excel. A taxa de passagem para o cálculo de degradabilidade efetiva foi k = 0,02, sendo essa a indicada para alimentos volumosos (Ørskov *et al.*, 1980).

O delineamento experimental utilizado para a avaliação estatística da produção acumulada de gases foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, tendo como fontes de variação: líquidos ruminais (blocos), idades de corte (parcelas) e tempos de incubação (subparcelas). Para a comparação das médias dos tratamentos foi utilizado o teste Student-Newman-Keuls (SNK) (P<0,05) pelo software SAEG (Euclides, 2005).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se que os teores de matéria seca (MS) dos fenos aumentaram com o avanço da idade de corte do capim *Andropogon gayanus* (Tabela 1). Resultado semelhante a este foi verificado por Moreira *et al.* (2013) trabalhando com feno de capim *Andropogon* colhido em quatro diferentes idades (56, 84, 112 e 140 dias), sendo o valor mínimo observado para o feno colhido aos 56 dias com 91,3% de MS e o valor máximo para o feno colhido aos 140 dias com valor de 92,3% de MS. Segundo Drumond *et al.* (2007) fenos são produzidos a partir de forragens verdes desidratadas com umidade inferior a 20%, o que permite que sejam armazenados,

desde que adequadamente, sem deterioração de seus princípios nutritivos, fato este evidenciado neste trabalho.

Tabela 1. Valor nutritivo do feno de capim *Andropogon gayanus* colhido em diferentes idades de crescimento. <sup>1</sup>Nitrogênio insolúvel em detergente neutro; <sup>2</sup> Nitrogênio insolúvel em detergente ácido.

	Idade (dias)		
	56	84	112
Matéria seca (%)	81,6	85,6	87,5
Proteína Bruta (%MS)	7,27	6,12	4,71
Fibra em detergente neutro	71,1	73,6	75,5
Fibra em detergente ácido (%MS)	42,1	43,3	45,6
Lignina (%MS)	5,25	6,08	6,23
NIDN <sup>1</sup> (%N total)	30,4	41,1	42,1
NIDA <sup>2</sup> (%N total)	17,0	20,1	24,7
Digestibilidade <i>in vitro</i> da MS (%)	61,9	56,3	48,0
Energia Bruta (Mcal/kg)	4,10	4,19	4,30

Com o avançar do estágio de maturidade da forrageira, foram observados diminuição do teor de proteína bruta (PB) nos fenos produzidos (Tabela 1). Observou-se que somente os fenos das plantas cortadas nos intervalos de 56 e 85 dias apresentaram concentrações superiores a 6%, o qual segundo Bohnert *et al.* (2011) é a concentração mínima para manutenção adequada da microbiota ruminal. Esses resultados concordam com Ribeiro Júnior *et al.* (2014) que trabalhando com silagens da gramínea *A. gayanus* cv. Planaltina colhida aos 56, 84 e 112 dias observaram diminuição do teor de PB ao longo do tempo com valores de 7,86; 6,28 e 5,32% respectivamente.

Os valores de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) obtidos para o feno de *A. gayanus* nas diferentes idades sofreram aumento com o avanço da idade de corte. Considerando-se que a fração NIDA não é degradada pelas bactérias ruminais bem como não fornece aminoácidos pós-ruminalmente e alta percentagem da fração NIDN escapa da degradação no rúmen (Maurício *et al.*, 2003), o teor de proteína bruta da forragem passa a ser mais limitante com o avanço da idade de corte já que parte da proteína torna-se pouco disponível ou indisponível aos microrganismos ruminais e ao animal.

A fibra em detergente neutro (FDN) e a fibra em detergente ácido (FDA) aumentaram com a idade de corte do *Andropogon* na confecção dos fenos. Como o FDN segundo Jung & Allen (1995) está relacionado ao consumo voluntário e o FDA está relacionado a alterações na digestibilidade, provavelmente os fenos do *A. gayanus* colhidos nas idades mais avançadas serão menos consumidos e degradados.

Os teores de FDN e de FDA observados nas idades de 56, 84 e 112 dias foram numericamente próximos ao observado por Moreira *et al.* (2013) que trabalhando com o capim *Andropogon* nessas mesmas idades,

encontrou valores de 72,9; 74,3, 73,9% e 42,4; 44,9, 44,6% respectivamente.

A concentração de lignina (LIG) aumentou nos fenos produzidos com *A. gayanus* com o avançar da idade de colheita. Como a LIG afeta a digestibilidade dos componentes da parede celular e esse efeito é mais pronunciado com o avançar da idade das forrageiras (Wilson & Hatfield, 1997), provavelmente os fenos produzidos com a forragem colhida nos estádios mais avançados serão menos degradados. Os teores de LIG encontrados foram superiores àqueles observados por Ribeiro Júnior *et al.* (2014) que trabalhando com silagens de capim *A. gayanus* nas mesmas idades deste trabalho encontrou valores variando de 3,6 a 4,5%.

A DIVMS diminuiu com o avançar da idade de colheita da forragem. Este fato provavelmente podea estar relacionado às observações entre a DIVMS e os teores dos componentes da parede celular FDN, FDA e LIG como apresentado na Tabela 1. Os resultados obtidos estão de acordo com a literatura, a qual cita que o aumento dos componentes da parede celular reduz sua degradabilidade pelos ruminantes (Jung & Allen, 1995; Deschamps, 1999; Alves de Brito *et al.*, 2005).

No período de 6 horas de fermentação, a produção de gases dos fenos de *A. gayanus* foram semelhantes ( $P>0,05$ ). No período de 12 horas o feno confeccionado aos 112 dias apresentou menor valor de produção cumulativa ( $p<0,05$ ), enquanto os fenos colhidos aos 56 e 84 dias não apresentaram diferenças ( $p>0,05$ ). As 24 e 48 horas, o feno colhido aos 56 dias apresentou maior produção de gases ( $p>0,05$ ), seguido pelos fenos colhidos aos 84 e 112 dias respectivamente. Com 96 horas a produção de gases resultante da fermentação do feno colhido aos 56 dias foi semelhante ao colhido aos 84 dias ( $p>0,05$ ) (Tabela 2).

Tabela 2. Produção acumulada de gases em mL/g de matéria seca após 6, 12, 24, 48 e 96 horas de fermentação do feno de *Andropogon gayanus* colhido aos 56, 84 e 112 dias de crescimento. Valores seguidos por letras distintas na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste SNK ( $P<0,05$ ). CV: 9,2%.

Idade de Corte	Período de Fermentação (horas)				
	6	12	24	48	96
	Produção Acumulada de Gases (mL/g)				
56 dias	17,5	40,5 <sup>a</sup>	109,7 <sup>a</sup>	165,3 <sup>a</sup>	195,1 <sup>a</sup>
84 dias	16,3	35,6 <sup>a</sup>	95,6 <sup>b</sup>	154,8 <sup>b</sup>	189,4 <sup>a</sup>
112 dias	12,7	27,0 <sup>b</sup>	85,8 <sup>c</sup>	144,3 <sup>c</sup>	178,2 <sup>b</sup>

As mudanças nas produções acumulativas de gases em cada período de fermentação estão associadas a degradação das diferentes frações dos nutrientes presentes nos fenos de *A. gayanus*. Essas são importantes durante a formulação de dietas para ruminantes, pois permitem um suprimento de nutrientes

a partir da fermentação ruminal, suprimindo também as necessidades dos microorganismos ruminais.

A análise da produção acumulada de gases no tempo de incubação de 48 horas apresenta maior representatividade em relação a análise do valor nutricional de alimentos para ruminantes consumindo forragens, pois, é geralmente o tempo que os alimentos permanecem no rumem dos animais.

Nogueira et al (2006) avaliando fenos de *Brachiaria decumbens* nas idades de corte de 56, 84 e 112 dias encontrando valores da produção acumulada de gases inferiores aos deste experimento (Tabela 2). Os valores encontrados por este autor para os fenos obtidos aos 56, 84 e 112 dias foram respectivamente de 13,0, 12,4 e 10,5 ml/g de MS para o período de fermentação de 6 horas, 37,6, 33,5 e 28,0 ml/g de MS para o período de fermentação de 12 horas, 105,2, 92,7 e 82,7 ml/g de MS para o período de fermentação de 24 horas, 153,3, 142,3 e 132,8 ml/g de MS para o período de fermentação de 48 horas e 183,9, 177,1 e 166,4 ml/g de MS para o período de fermentação de 96 horas. Os menores valores apresentados por este autor podem estar relacionados à menor digestibilidade das frações fibrosas associada à baixa disponibilidade de nitrogênio no ambiente ruminal, principalmente para o feno colhido aos 112 dias. Esses fatores são necessários para uma boa eficiência da atividade microbiana em relação a degradação dos diferentes substratos presentes no rumen.

Castro et al. (2007) avaliando a produção de gases obtida com a *Brachiaria brizantha* nas idades de corte de 56, 84 e 112 dias encontrou valores superiores aos encontrados em nosso trabalho (sendo de 77,9, 62,2 e 62,0 mL/g para o tempo de incubação de 12 horas, 210,3, 197,4 e 191,8 mL/g para o tempo de 48 horas, 241,3, 238,0 e 233,1 mL/g para o tempo de 96 horas respectivamente). Já Sousa et al. (2011) trabalhando também com a *B. brizantha* ceifada na seca e na transição da época das águas para a época da seca encontrou valores de produção acumulada de gases de 181,6 e 172,5 mL/g respectivamente, sendo estes próximos aos encontrados nas idades de 84 e 112 dias do atual trabalho (Tabela 2).

Os resultados destes trabalhos indicam o efeito da idade de corte das diferentes forrageiras tropicais sobre a produção acumulada de gases, proporcionado principalmente pelas alterações que ocorrem em relação ao acúmulo das diferentes frações fibrosas e de suas interações com a lignina em função do estágio de maturação.

Os altos valores dos coeficientes de determinação encontrados indicam a boa adequação ao modelo de France et al. (1993) (Tabela 3).

O potencial máximo de produção de gases (A) em mL/g de matéria seca foi superior para o feno da planta colhida aos 56 dias (197,0 mL/g de MS), seguido pelos colhidos aos 84 e 112 dias (190,7 e 179,6 mL/g de MS respectivamente) (Tabela 4). O potencial máximo de produção de gases é considerado como a expressão máxima de degradação ruminal de um alimento, não considerando limitação de tempo para o trânsito da digesta pelo rúmen.

O tempo de colonização (TC) representa o tempo compreendido entre o início da incubação até a ação microbiana sobre a amostra testada. O menor valor de tempo de colonização em horas foi do feno colhido aos 56 dias, com 1 hora e 20 minutos, seguidos pelos colhidos aos 84 e 112 dias, com 1 hora e 30 minutos e 1 hora e 43 minutos, respectivamente.

A taxa de produção de gás ( $\mu$ ) foi maior para o feno de *A. gayanus* colhido com 56 dias de idade, seguido pelo feno colhido aos 84 dias e aos 112 dias de idade respectivamente (Tabela 4). Os resultados observados nesse estudo com relação ao  $\mu$  confirmam observações feitas anteriormente por Castro et al. (2007), que observaram diminuição na  $\mu$  com o avanço da idade de corte da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

O ARC (1991) recomenda a adoção das taxas de passagem de 2,0; 5,0 e 8,0%/h no cálculo da degradabilidade efetiva quando a taxa de passagem não for ou não puder ser medida. A taxa de passagem de 2,0%/h é adotada para bovinos e ovinos em manutenção; de 5,0%/h são mais adequadas para vacas de leite de baixa produção (<15 kg de leite/dia), e também para bovinos de corte e ovinos em crescimento, quando em dieta mista; já a taxa de passagem de 8,0%/h é adequada a vacas leiteiras de alta produção e alimentadas com dietas mistas. A degradabilidade efetiva é um parâmetro de melhor afinidade com a atividade biológica de digestão uma vez que inclui a taxa fracional de passagem do alimento no cálculo da degradabilidade.

Avaliando a degradabilidade efetiva da matéria seca na taxa de passagem de 2,0%/h, observou-se que o feno colhido aos 56 dias de crescimento foi superior aos demais tratamentos avaliados (84 e 112 dias). Quanto aos tratamentos contendo material fenado aos 84 e 112 dias, observou-se que o material mais velho (112 dias) foi inferior numericamente em relação ao de 84 dias.

Tabela 3. Equações geradas pelas análises de regressão ao modelo de France et al. (1993) dos dados de produção acumulada de gases da matéria seca dos fenos do capim *A. gayanus* colhido aos 56, 84 e 112 dias de crescimento. Onde D: produção cumulativa de gases (ml); t: o tempo de incubação em horas e R<sup>2</sup>: coeficiente de determinação.

Idade de corte	Equação	R <sup>2</sup>
56 dias	$D = 197,0003 \times \{1 - \exp^{[-(0,0734) \times (t - 2,3706) - (-0,2000) \times (\sqrt{t} - \sqrt{2,3706})]}\}$	0,99
84 dias	$D = 190,7023 \times \{1 - \exp^{[-(0,0687) \times (t - 2,4799) - (-0,1964) \times (\sqrt{t} - \sqrt{2,4799})]}\}$	0,99
112 dias	$D = 179,6322 \times \{1 - \exp^{[-(0,0637) \times (t - 2,6102) - (-0,1930) \times (\sqrt{t} - \sqrt{2,6102})]}\}$	0,99

**Tabela 4. Parâmetros da cinética de fermentação ruminal e degradabilidade efetiva da matéria seca do feno de capim *Andropogon gayanus* colhido aos 56, 84 e 112 dias de crescimento. A - potencial máximo de produção de gases em mL/g de matéria seca; TC - tempo de colonização em horas e minutos;  $\mu$  - taxa de produção de gases em mL/g de MS/h; DE - degradabilidade efetiva da matéria seca na taxa de passagem de 2,0%/h.**

Parâmetros	Idade de Corte (dias)		
	56	84	112
A (mL/g de MS)	197,0	190,7	179,6
TC (h:min)	1:20	1:30	1:43
$\mu$ (mL/g de MS/h)	0,0441	0,0406	0,0333
DE 2,0%/h (%)	60,31	56,62	50,69

Assim como no presente trabalho, os valores de degradabilidade efetiva da MS foram decrescendo com o avançar da idade para o capim elefante verde (Teixeira et al., 2015) e para o capim Tanzânia na forma de silagem (Castro et al., 2010). Este fato pode estar relacionado à alta correlação existente entre a produção de gases e a degradabilidade da MS, como verificado por Ribeiro Junior et al (2014) para as silagens do capim *Andropogon* cortado em diferentes idades ( $r = 0,988$ ). Portanto, pode-se inferir que, com o aumento da idade de colheita, ocorre diminuição da degradabilidade da forrageira, devido ao aumento da relação haste/folha, o que resulta em aumento das porcentagens de celulose, de hemiceluloses e de lignina, reduzindo assim a proporção dos nutrientes potencialmente digestíveis (carboidratos solúveis, proteínas), o que resulta em queda acentuada na digestibilidade.

## CONCLUSÕES

Os resultados de fermentação ruminal pela técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases indicam que, o feno do capim *A. gayanus* colhido aos 56 dias apresenta maior valor nutritivo em relação aos fenos colhidos aos 84 e 112 dias de rebrote.

A técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases demonstrou – se aplicável em estudos de avaliação nutricional de forrageiras, podendo ser uma alternativa interessante em relação a ensaios *in vivo*.

## REFERÊNCIAS

**Agricultural and Food Research Council – ARC.** 1991. Technical Committee on Responses to Nutrients. Commonwealth Agricultural Bureaux International. A reappraisal of the calcium and phosphorus requirements of sheep and cattle. Nutrition Abstracts and Reviews (Series B), 61:573-612.

**Alves de Brito, C. J. F., R. A. Rodella & F. C. Deschamps.** 2005. Perfil Químico da Parede Celular e suas Implicações na Digestibilidade de *Brachiaria*

*brizantha* e *Brachiaria humidicola*. Revista Brasileira de Zootecnia, 32(6): 1835-1844.

**Blümmel, M. & E.R. Ørskov.** 1993. Comparison of gas production and nylon bag degradability of roughage in predicting feed intake in cattle. Animal Feed Science and Technology, 40:109-119.

**Bohnert, D. W., T. Delcurto, A. A. Clark, M. L. Merrill, S. J. Falck & D. L. Hamon.** 2011. Protein supplementation of ruminants consuming low-quality cool- or warm-season forage: differences in intake and digestibility. Journal Animal Science. doi:10.2527/jas.2011-3915.

**Castro, G.H.F., D.S. Graça, L.C. Gonçalves, R.M. Mauricio, N.M. Rodriguez. I. Borges & T.R. Tomich.** 2007. Cinética de degradação e fermentação ruminal da *Brachiaria brizantha* cv. *marandu* colhida em diferentes idades ao corte. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 59(6): 1538-1544.

**Castro, G.H.F., N.M. Rodriguez, L.C. Gonçalves & R.M. Mauricio.** 2010. Características produtivas, agrônomicas e nutricionais do capim-tanzânia em cinco diferentes idades ao corte. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 62(3):654-666.

**Deschamps, F. C.** 1999. Implicações do período de crescimento na composição química e digestão dos tecidos de cultivares de capim elefante. Revista Brasileira de Zootecnia, 28(6):1178-1189.

**Drumond, M.A., M.L.C. Salviano & N.B. Cavalcanti.** 2007. Produção e distribuição da biomassa e composição bromatológica da parte aérea de faveleira. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, 2(4): 308 – 310.

**Euclides, V.P.B., M.C.M. Macedo & C.B. Valle.** 2009. Valor nutritivo da forragem e produção animal em pastagens de *Brachiaria brizantha*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 44: 98-106.

**Euclides, R. F.** 2005. Sistema para análises estatísticas (SAEG 9.0). Viçosa: Finarbe.

**France, J., M.S. Dhanoa, M.K. Theodorou, S.J. Lister, D.R. Davies & D. Isac.** 1993. A model to interpret gas accumulation profiles with *in vitro* degradation of ruminal feeds. Journal Teoret Biologic, 163: 99-111.

**Getachew, G., M. Blummel & H.P.S. Makkar.** 1998. *In vitro* gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. Animal Feed Science Technology, 72: 261-281.

**Jung, H.J.G. & M.S. Allen.** 1995. Characteristics of plant cell wall affecting intake and digestibility of forages by ruminants. Journal Animal Science, 73: 2774-2790.

**Mauricio, R. M., F.L. Mould, M.S. Dhanoa & D.Owen.** 1999. A semi-automated *in vitro* gas production technique for ruminants feedstuff evaluation. Animal Feed Science and Technology, 79: 321-330.

**Mauricio, R.M., L.G.L. Pereira & L.C. Gonçalves.** 2003. Relação entre pressão e volume para a implantação da técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases na avaliação de forrageiras tropicais. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 55(2): 216-219.

**Moreira, G. R., E. O. S. Saliba, L. C. Gonçalves, R. M. Mauricio, L. F. Sousa, N. M. Rodriguez & A. M. Q. Lana.** 2013. Avaliação nutricional de fenos produzidos com *Andropogon gayanus* cv. Planaltina. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 65: 865-873.

**Nogueira, U.T., R.M. Maurício & L.C. Gonçalves.** 2006. Comparação de substratos com diferentes quantidades de carboidratos solúveis utilizando a técnica in vitro semiautomática de produção de gases. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 58: 633-641.

**Ørskov, E.R., F.D. Hovell & F.Mould.** 1980. The use of the nylon bag technique for evaluation of feedstuffs. *Tropical Animal Production*, 5: 195-213.

**Ribeiro Junior, G. O., F. O. Velasco, W.G. Faria Junior, A. M. Teixeira, F. S. Machado, F. A. Magalhães, D. G. Jayme & L. C. Gonçalves.** 2014. Cinética de degradação in situ das silagens de capim *Andropogon gayanus* produzidas em três idades de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 66:1883-1890.

**Sousa, L.F., R.M. Mauricio, L.C. Gonçalves, I. Borges & G. R. Moreira.** 2011. Cinética de fermentação ruminal in vitro da forrageira *Brachiaria*

*brizantha* cv. Marandu em sistema silvipastoril. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 63:382-391.

**Teixeira, A. M., L. C. Gonçalves, F. O. Velasco, G. O. Ribeiro Junior, W. G. Faria Junior, D. S. G. Cruz & D. G. Jayme.** 2015. Respirometria e emissão de metano por ovinos alimentados com Capim-elefante cortado com diferentes idades. *Bioscience Journal (Online)*, 31: 841-849.

**Theodorou, M. K., B.A. Williams & M.S. Dhanoa.** 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetic of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, 48(2):185-197.

**Wilson, J.R. & R.D. Hatfield.** 1997. Structural and chemical changes of cell wall types during stem development: consequences for fibre degradation by rumen microflora. *Australian Journal of Agricultural Research*, 48:165-180.