



## Relação entre pressão e volume para implantação da técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases na avaliação de recursos alimentares no trópico semi-árido<sup>1</sup>

Luiz Gustavo Ribeiro Pereira<sup>2</sup>, Luiz Gustavo Neves Brandão<sup>3</sup>, Alex Santos Lustosa de Aragão<sup>4</sup>, André Luis Alves Neves<sup>5</sup>, Rafael Dantas dos Santos<sup>2</sup>, Gherman Garcia Leal de Araújo<sup>2</sup>, José Augusto Gomes Azevêdo<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Financiado pelo Banco do Nordeste e CNPq

<sup>2</sup> Embrapa Semi-árido. BR 428, KM 152, Zona Rural, 56302-970, Petrolina-PE. e-mails: luiz.gustavo@cptasa.embrapa.br; rafael.dantas@cpatsa.embrapa.br; ggla@cpatsa.embrapa.br

<sup>3</sup> Aluno do Curso de Mestrado em Ciência Animal - Universidade Estadual de Santa Cruz/UESC

<sup>4</sup> Aluno do Curso de Mestrado em Ciência Animal - Universidade Federal do Vale do São Francisco/UNIVASF

<sup>5</sup> Embrapa Gado de Leite

<sup>6</sup> Professor Adjunto do Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Estadual de Santa Cruz/UESC

**Resumo:** O trabalho teve como objetivo estabelecer uma equação para estimar volume (V) de gases produzidos no interior dos frascos por meio de dados de pressão (P), obtidos por *transducer* durante a fermentação de diferentes substratos disponíveis no trópico Semi-Árido. Foram utilizadas onze forrageiras: *Cenchrus Ciliaris* L. (capim Buffel), *Cynodon dactylon* (tifton 85), *Atriplex nummularia* (erva sal), *Medicago sativa* (Alfafa), *Gliricidia sepium* Jacq. (Gliricídia), *Manihot esculenta* Crantz x *Manihot pseudoglaziovii* Meull Arg. (pornunça), *Opuntia ficus-indica* L. Mill (palma forrageira), *Leucaena leucocephala* (leucena), *Gomphrena* sp. (Pustumeira), *Zea mays* (silagem de milho) e *Agave sisalana* (Mucilagem do Sisal) e 14 alimentos: torta de dendê, farelo de trigo, farelo de soja, torta de mamona, co-produto de vitivinícola, milho fubá, sorgo grão, torta de ouricuri, raspa de mandioca, torta de pinhão manso, torta de algodão, sub-produto da extração da polpa de goiaba e acerola, que geraram 495 dados de P e V. A equação relacionando V e P obtida foi:  $V = 0,17454 P^2$  (s.e. 0,0916) + 4,09089 P (s.e. 0,0637) + 0,00315 (s.e. 0,003),  $R^2 = 0,99$ , a qual permitirá a utilização da técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases na avaliação de alimentos disponíveis no semi-árido.

**Palavras-chave:** *cinética de fermentação*, digestibilidade, ruminantes, semi-automatização

### Relationship between volume and pressure for installation of the semi-automated *in vitro* gas production technique for Semi-Arid feeds evaluation

**Abstract:** The objective of this work was to demonstrate the relationship between volume of gas produced (V) and pressure generated (P) obtained by transducer by incubation of different substrates in fermentation bottle. *Cenchrus Ciliaris* L. (Buffel grass), *Cynodon dactylon* (tifton 85), *Atriplex nummularia* (salt bush), *Medicago sativa*, *Gliricidia sepium* Jacq, *Manihot esculenta* Crantz x *Manihot pseudoglaziovii* Meull Arg. (pornunça), *Opuntia ficus-indica* L. Mill (*Spineless cactus*), *Leucaena leucocephala*, *Gomphrena* sp. (Pustumeira), *Zea mays* (corn silage) and *Agave sisalana* (sisal co-product) and 14 feeds: palm cake, wheat meal, soybean meal, castor bean meal, grape wine co-product, corn, sorghum grain, ouricuri cake, cassava scrapings, physic nut cake, cottonseed cake, guava and acerol by-products were incubated and generated 495 values of P and V. The equation relating V and P was:  $V = 0.17454 P^2$  (s.e. 0.0916) + 4.09089 P (s.e. 0.0637) + 0.00315 (s.e. 0.003),  $R^2 = 0.99$ . The equation allowed the utilization of the semi-automated *in vitro* gas production technique for semi-arid feed evaluation.

**Keywords:** *fermentation kinetic, digestibility, ruminants, semi-automatized*

### Introdução

A pecuária destaca-se como uma das principais atividades econômicas na região semi-árida brasileira. A diversificação de opções alimentares para os ruminantes consiste em estratégia importante para a convivência com a seca. Estudos relacionados ao valor nutricional das forrageiras e co-produtos agrícolas e agroindustriais potencialmente utilizáveis no trópico semi-árido, tornam-se cada vez mais necessários.

Ensaio “*in vivo*” envolvendo produção animal e digestibilidade são os métodos mais precisos para determinar o valor nutricional. Entretanto, os mesmos requerem uso de animais, alimentos, mão-de-obra, tempo e investimento financeiro. Assim, o uso de técnicas *in vitro* capazes de simular o ambiente

ruminal e a digestão enzimática, descreverem a cinética de fermentação ruminal e estimarem o consumo e desempenho vêm sendo alvo das pesquisas em nutrição de ruminantes.

Em estudo realizado na Universidade de Reading-Inglaterra, Maurício et al. (1999), desenvolveram uma equação quadrática entre pressão e volume, a qual foi utilizada para estimar o volume obtido pela seringa utilizada na técnica manual de produção de gases (Theodorou et al., 1994). Esta modificação levou a uma redução no erro do operador, maior velocidade de leitura e aumento da capacidade do sistema. A metodologia adaptada por Maurício et al. (1999) pode tornar-se em ferramenta importante para avaliação de recursos alimentares da região semi-árida brasileira.

O objetivo desse trabalho foi desenvolver uma equação para estimar o volume de gases produzidos, visando a consolidação da técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases como alternativa para a avaliação de recursos alimentares disponíveis no semi-árido.

### Material e Métodos

As amostras de onze forrageiras: *Cenchrus Ciliaris* L. (capim Buffel), *Cynodon dactylon* (tifton 85), *Atriplex nummularia* (erva sal), *Medicago sativa* (Alfafa), *Gliricidia sepium* Jacq. (Gliricídia), *Manihot esculenta* Crantz x *Manihot pseudoglaziovii* Meull Arg. (pornunça), *Opuntia ficus-indica* L. Mill (palma forrageira), *Leucaena leucocephala* (leucena), *Gomphrena* sp. (Pustumeira), *Zea mays* (silagem de milho) e *Agave sisalana* (Mucilagem do Sisal) e treze alimentos concentrados: torta de dendê, farelo de trigo, farelo de soja, torta de mamona, co-produto de vitivinícola, milho fubá, sorgo grão, torta de ouricuri, raspa de mandioca, torta de pinhão manso, torta de algodão, sub-produto da extração da polpa de goiaba e acerola, foram incubadas em frascos (160 ml) previamente injetados com CO<sub>2</sub>. Em cada frasco, foram adicionados 1,0 g de cada amostra. Foram utilizados três frascos por tratamento. Frascos contendo somente líquido ruminal e meio de cultura (tampão) foram usados como controle. Para cada frasco, foram adicionados manualmente utilizando uma proveta, 90,0 ml de meio de cultura conforme Theodorou et al. (1994). Os frascos foram vedados com rolhas de borracha (14 mm). A inoculação (10,0 mL/frasco) foi feita usando líquido ruminal obtido de três bovinos fistulado mantidos em dieta a base de volumoso à vontade e 1,0 kg de concentrado por dia (20% de PB). O líquido ruminal foi filtrado através em sacos de náilon sob injeção contínua de CO<sub>2</sub> e mantido em banho maria a 39°C.

A pressão originada dos gases acumulados na parte superior dos frascos foram medidas através de um transdutor (PressDATA 800) de pressão conectado a uma válvula de três saídas. A primeira saída foi conectada a uma agulha (0,6 mm), a segunda saída foi conectada ao transdutor de pressão e a terceira a uma seringa plástica que serviu para a medição do volume. As leituras de pressão e volume foram aferidas em maior frequência durante o período inicial de fermentação e reduzidas posteriormente (2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 19, 24, 30, 36, 48, 72, e 96 hs). Os gases acumulados foram retirados através do uso da seringa até o momento que a pressão registrada no leitor chegasse a zero, confirmando a retirada total dos gases. Os dados obtidos nesse experimento, pressão e volume (495 dados), foram utilizados para cálculo da equação quadrática (SAS, 1989) específica para ser aplicada no Laboratório de Nutrição da Embrapa Semi-Árido em Petrolina-PE, localizado a 365,5 m de altitude, 40°22'W de longitude e 9°09'S de latitude.

### Resultados e Discussão

Para implantação da técnica semi-automática de produção de gases em diferentes laboratórios, faz-se necessário a obtenção de uma equação para predição do volume através da pressão. Como foi demonstrado por Maurício et al. (1999), a obtenção do volume de gases produzidos pela lei de Boyle e Gay-Lussac não seria capaz de prever o volume de gases produzidos durante a fermentação, e a solução encontrada foi obter uma equação a partir de dados experimentais. A relação entre pressão e volume obtida a partir de 495 dados (Figura. 1).

Os valores de pressão variaram de 0 a 6,6 psi e os de volume entre 0 e 28,0 ml. A faixa de pressão está dentro das recomendações de Theodorou et al. (1994), pois esses autores verificaram que valores de pressão acima de 7,0 psi causam instabilidade na correlação entre as variáveis. A equação encontrada para os dados deste experimento foi:  $V = 0,17454 P^2$  (s.e. 0,0916) + 4,09089 P (s.e. 0,0637) + 0,00315 (s.e. 0,003),  $R^2 = 0,99$ . Ela difere das equações obtidas em Belo Horizonte (Maurício et al., 2003):  $V$  (ml) = 0,051 P<sup>2</sup> (s.e. 0,007) + 4,43 P (s.e. 0,043) - 0,004 (s.e. 0,06), ( $R^2 = 0,99$ ) e em Reading na Inglaterra (Maurício et al., 1999):  $V$  (ml) = 0,08 P<sup>2</sup> (s.e. 0,007) + 3,69 P (s.e. 0,052) + 0,18 (s.e. 0,08), ( $R^2 = 0,99$ ).

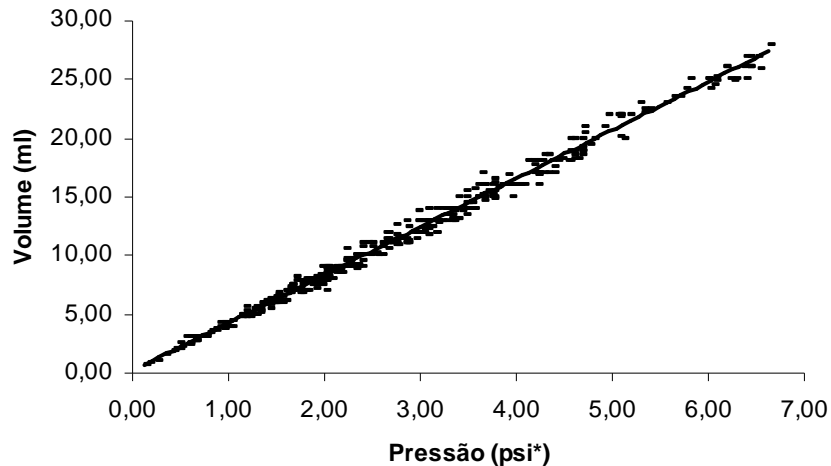


Figura 1 - Dados de pressão e volume obtidos por meio da técnica *in vitro* de produção de gases durante a fermentação de 11 forrageiras e 13 alimentos concentrados (\* pressão por polegada quadrada)

Essas diferenças, provavelmente, estão diretamente relacionadas à altitude de cada laboratório: 836m em Belo Horizonte e 66m em Reading. No presente trabalho, para cada psi de pressão o valor de volume estimado foi de 4,27 ml de volume, já em Belo Horizonte foi de 4,38 ml e em Reading de 3,95 ml. Nos três locais de estudo a proporcionalidade entre volume e altitude foi mantida, ou seja, maior altitude maior volume de gases.

A equação relacionando volume e pressão encontrada neste trabalho, comparada às demais, demonstra que a instalação da técnica semi-automática requer a obtenção de equações específicas para cada local e respectiva altitude. Essa prática permite maior rapidez nas leituras durante a fermentação e menor intervalo entre as leituras, favorecendo assim a maior acurácia na descrição do perfil de fermentação ruminal simulado pela técnica e incrementando o número de amostras por experimento.

### Conclusões

Este trabalho demonstrou o procedimento para obtenção da equação entre volume e pressão, a qual permitiu a instalação da técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases no laboratório de nutrição animal da Embrapa Semi-Árido e possibilitará a avaliação de recursos alimentares disponíveis na região Semi-Árida. A equação foi diferente das obtidas em outros locais.

### Literatura citada

- MAURICIO, R.M.; MOULD, F.L.; DHANOA, M.S. et al. A semi-automated *in vitro* gas production technique for ruminants feedstuff evaluation. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.79, p.321-330, 1999.
- MAURÍCIO, R.M.; PEREIRA, L.G.R.; GONCALVES, L.C. et al. Relação entre pressão e volume para implantação da técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases na avaliação de forrageiras tropicais. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.55, p.216-219, 2003.
- SAS. 1989. *User's Guide: Statistics*. SAS Institute, Raleigh, NC.
- THEODOROU, M.K.; WILLIAMS, B.A.; DHANOA, M.S. et al. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.48, p.185-197, 1994.