

### Cinética de fermentação ruminal *in vitro* da casca de cacau submetida a tratamento térmico<sup>1</sup>

Flávio Moreira de Almeida<sup>2</sup>, José Augusto Gomes Azevêdo<sup>3</sup>, Leandro Silva Nascimento<sup>4</sup>, Ismênia de Moraes Ramos<sup>4</sup>, Jefferson Penna dos Santos<sup>4</sup>, Luiz Gustavo Ribeiro Pereira<sup>5</sup>, Brenna Santos Oliveira<sup>6</sup>, Lígia Lins Souza<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor, projeto financiado pelo CNPQ.

<sup>2</sup>Professor do Instituto Federal Baiano – Campus Santa Inês-BA, Brasil. E-mail: flavi\_vet@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Professor do Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais – UESC, Ilhéus-BA, Brasil.

<sup>4</sup>Discente do curso de Agronomia – UESC, Ilhéus-BA, Brasil.

<sup>5</sup>Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora-MG, Brasil.

<sup>6</sup>Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal – UESC, Ilhéus-BA, Brasil.

<sup>7</sup>Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – UESB, Itapetinga-BA, Brasil.

**Resumo:** Objetivou-se com este trabalho avaliar a cinética de fermentação ruminal da casca de cacau submetida a tratamento térmico utilizando-se a técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases. Amostras da casca de cacau moídas foram assim distribuídas: controle (*in natura*) e tratamento térmico em autoclave com pressão de 1,23 kg/cm<sup>2</sup> (15 psi) e temperatura de 123°C durante 30, 60 e 90 minutos. Para os níveis de exposição ao calor nos tempos, observou-se que existiu diminuição de 0,12% na produção de gases dos carboidratos não fibrosos e aumento de 0,63% no tempo de latência (L) a cada minuto de exposição ao tratamento pela casca do cacau. A taxa de degradação dos carboidratos não fibrosos apresentou comportamento quadrático com ponto de mínimo estimado em 64,06 minutos. Estima-se que ao atingir este tempo, a casca de cacau apresentaria os mínimos resultados deste parâmetro analisado. Para os carboidratos fibrosos, observou-se que a taxa de degradação e volume final de carboidratos fibrosos tiveram comportamento quadrático com ponto de mínimo estimado em 49,7 e 78,3 minutos de exposição ao calor respectivamente. Para cada minuto de exposição ao calor, houve diminuição de 0,4% no volume final total dos gases. O tratamento térmico não é recomendado para ser aplicado na casca de cacau, pois confere ao produto uma menor disponibilidade dos carboidratos.

**Palavras-chave:** alimentos alternativos, resíduo, ruminantes

### Kinetics *in vitro* of ruminal fermentation of cocoa husks subjected to treatment thermal

**Abstract:** Objective of this study was to evaluate the kinetics of ruminal fermentation of cocoa husk thermal treatment using the technique semiautomatic *in vitro* of gas production. Samples of ground cocoa husk were distributed as follows: control (*in natura*) and thermal treatment in an autoclave at a pressure of 1.23 kg/cm<sup>2</sup> (15 psi) and temperature of 123°C for 30, 60 and 90 minutes. For the heat exposure levels at times, it was observed that there was a decrease of 0.12% in the gas production of non-fiber carbohydrates and 0.63% increase in latency (L) every minute of exposure to treatment by peel of cocoa. The degradation rate of non-fiber carbohydrates presented quadratic behavior with minimal point estimated at 64.06 minutes. It is estimated that to achieve this time, cocoa husks present the results of this minimum parameter analyzed. For fiber carbohydrates, it was observed that the degradation rate and final volume of fiber carbohydrates have a quadratic behavior with minimum point estimated at 49.7 and 78.3 minutes exposure to heat respectively. For each minute of exposure to heat, there was a decrease of 0.4% in total final volume of gases. The treatment thermal is not suitable for application in cocoa husks as gives the product a lower availability of carbohydrates.

**Keywords:** alternative feed, residue, ruminants

### Introdução

Em geral, resíduos agroindustriais como a casca de cacau possuem valores nutritivos relativamente baixos e elevado teor de parede celular, associado a alto teor de lignina (Azevêdo et al., 2011). A casca de cacau é também rica em cafeína e teobromina, que podem afetar negativamente o consumo de alimentos e, consequentemente, o desempenho animal. A concentração de teobromina na casca de cacau (CC) pode variar de 1,0 a 2,98%, com média de 2,2%, dependendo da taxa de transferência da teobromina a partir do grão para a casca. Esta taxa de transferência de teobromina é alterada à medida que se manipula a amêndoa na fermentação e torrefação.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a cinética de fermentação ruminal da casca de cacau submetida a tratamentos térmicos, utilizando-se a técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases pelos micro-organismos ruminais.

### Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Pesquisa em Nutrição e Alimentação de Ruminantes (LaPNAR) do Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais, na Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC, Ilhéus-BA. A casca de cacau (CC) foi composta apenas pelo tegumento que envolve o cerne da amêndoa. Foram utilizadas 20 amostras com 250 g cada de CC moída em peneira de 1 mm de diâmetro distribuídas em delineamento inteiramente casualizado composto de cinco repetições e submetidos a quatro tratamentos referentes aos métodos de tratamento térmico (efeitos de tempo de exposição), assim distribuídos: controle (*in natura*) e tratamento térmico em autoclave com pressão de 1,23 kg/cm<sup>2</sup> (15 psi) e temperatura de 123°C durante 30, 60 e 90 minutos.

As incubações foram realizadas em frascos de vidro com capacidade de 50 mL, onde foi pesado, aproximadamente, 0,30 g de cada tratamento com quatro repetições. Aos frascos foram adicionados 28,125 mL de meio de cultura, previamente reduzido com CO<sub>2</sub> (pH 6,8), e 3,125 mL de inóculo proveniente de um bovino macho, não castrado, fistulado no rúmen, mantido a pasto de *Brachiaria decumbens* consumindo 2,0 kg de concentrado com 12% de proteína bruta por dia.

Em seguida, os frascos receberam tampa de borracha para completa vedação e foram colocados em uma estufa de ventilação forçada à temperatura controlada de 39°C, na qual os frascos foram levemente agitados durante intervalos de tempo de fermentação. As leituras de pressão e volume foram tomadas por um transdutor de pressão (PressDATA 800) conectado a uma válvula de três saídas, com uma agulha (0,6 mm) e uma seringa em cada saída, nos seguintes tempos: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 17, 20, 24, 28, 36, 48, 60, 72, 84, 96, 108 e 120 horas após a incubação. A partir da inserção da agulha na tampa de borracha, a pressão produzida no interior dos frascos foi lida no leitor digital. Os dados de pressão (P; psi = pressão por polegada quadrada) foram utilizados para o cálculo do volume de gases produzidos, por meio da equação matemática:  $V \text{ (mL)} = 0,04755 + 1,9754P + 0,01407P^2$ , ( $R^2 = 0,99$ ), desenvolvida por Santos et al. (2010), em que V é volume de gás, em mL, e P, pressão, em psi.

As variáveis volume final de carboidratos fibrosos (VfCF), taxa de degradação dos carboidratos fibrosos (KdCF), tempos de latência (L), volume final de carboidratos não fibrosos (VfCNF), taxa de degradação dos carboidratos não fibrosos (KdCNF) e volume final total (VfT) foram ajustadas por regressão não linear pelo método de Gauss-Newton, mediante a utilização do software Statistical Analysis System – SAS. Os resultados obtidos foram submetidos à análises de variância e quando significativo ( $P < 0,05$ ), foi comparado às médias do controle por intermédio da decomposição da soma de quadrados relacionada ao tempo de exposição ao calor por meio de contrastes ortogonais. Quando significativos ( $P < 0,05$ ), realizou-se a análise de regressão quanto aos níveis de tratamento. Os modelos foram selecionados com base nos coeficientes de determinação e na significância dos coeficientes de regressão.

### Resultados e Discussão

A CC submetida à pressão e temperatura no tempo de 90 minutos, apresentou os piores resultados em todos os parâmetros avaliados com exceção do período de Latência (Tabela 1). Estes resultados podem estar relacionados à maior indisponibilidade de substrato passível de fermentação microbiana decorrente dos efeitos negativos provocados pela reação de *Maillard*, já que além da exposição ao calor ocorrida na indústria durante o processamento do cacau, estas amostras foram submetidas ao maior tempo de exposição à temperatura da autoclave.

**Tabela 1.** Parâmetros da cinética de fermentação *in vitro* dos carboidratos fibrosos (CF) e não fibrosos (CNF) da casca de cacau *in natura* e submetida à pressão e temperatura.

| Tratamentos                  | Parâmetros                               |                                       |                    |   |                                      |  |
|------------------------------|--|---------------------------------------|--------------------|---|--------------------------------------|--|
|                              | VfCNF <sup>1</sup> (mL/g <sup>-1</sup> ) | KdCNF <sup>2</sup> (h <sup>-1</sup> ) | L <sup>3</sup> (h) | VfCF <sup>4</sup> (mL/g <sup>-1</sup> ) | KdCF <sup>5</sup> (h <sup>-1</sup> ) | VfT <sup>6</sup> (mL/g <sup>-1</sup> ) |
| Valor P <sup>-1</sup>        | <0,0001                                  | 0,0141                                | 0,715              | <0,0001                                 | <0,0001                              | <0,0001                                |
| <i>in natura</i>             | 53,29                                    | 0,10                                  | 1,42               | 65,87                                   | 0,01                                 | 119,17                                 |
| Tratamento Térmico x Pressão |  |                                       |                    |   |                                      |  |
| 30 min                       | 56,18                                    | 0,07                                  | 0,48               | 48,92                                   | 0,01                                 | 105,11                                 |
| 60 min                       | 43,99                                    | 0,07                                  | 0,98               | 41,63                                   | 0,01                                 | 85,60                                  |
| 90 min                       | 45,07                                    | 0,07                                  | 0,62               | 40,00                                   | 0,01                                 | 85,08                                  |
| Média térmico                | 48,40                                    | 0,07                                  | 0,69               | 43,52                                   | 0,01                                 | 91,93                                  |

<sup>(1)</sup>VfCNF = volume final de carboidratos não fibrosos; <sup>(2)</sup>KdCNF = taxa de degradação dos carboidratos não fibrosos; <sup>(3)</sup>L = tempos de latência; <sup>(4)</sup>VfCF = volume final de carboidratos fibrosos; <sup>(5)</sup>KdCF = taxa de degradação dos carboidratos fibrosos; <sup>(6)</sup>VfT = volume final total.

Para os níveis de exposição ao calor nos tempos, observou-se que houve diminuição de 0,12% na produção de gases dos CNF e aumento de 0,63% no L a cada minuto de exposição ao tratamento pela casca do cacau (Tabela 2). A KdCNF apresentou comportamento quadrático com ponto mínimo estimado em 64,06 minutos. Estima-se que ao atingir este tempo, a casca de cacau apresentaria os mínimos resultados deste parâmetro analisado.

**Tabela 2.** Solução dos efeitos fixos de equações de regressão para os parâmetros da cinética de fermentação ruminal *in vitro*, e seus respectivos coeficientes de determinação para os tempos de exposição da casca de cacau à temperatura e pressão.

| Parâmetros                     | VfCNF <sup>1</sup> (mL/g <sup>-1</sup> ) | KdCNF <sup>2</sup> (h <sup>-1</sup> ) | L <sup>3</sup> (h) | VfCF <sup>4</sup> (mL/g <sup>-1</sup> ) | KdCF <sup>5</sup> (h <sup>-1</sup> ) | VfT <sup>6</sup> (mL/g <sup>-1</sup> ) |
|--------------------------------|--|---------------------------------------|--------------------|---|--------------------------------------|--|
| Intercepto                     | 55,1664                                  | 0,1019                                | 1,1651             | 65,6722                                 | 0,0115                               | 117,0096                               |
| EP <sup>(7)</sup>              | 1,0170                                   | 0,0020                                | 0,1299             | 0,6584                                  | 0,0003                               | 1,3683                                 |
| Valor P <sup>-1</sup>          | <0,0001                                  | <0,0001                               | <0,0001            | <0,0001                                 | <0,0001                              | <0,0001                                |
| Tempo                          | -0,1230                                  | -0,0009                               | -0,0063            | -0,6659                                 | -0,0001                              | -0,4059                                |
| EP                             | 0,0181                                   | 0,0001                                | 0,0023             | 0,0352                                  | 0,0001                               | 0,0244                                 |
| Valor P <sup>-1</sup>          | <0,0001                                  | <0,0001                               | 0,0097             | <0,0001                                 | 0,0016                               | <0,0001                                |
| Tempo <sup>2</sup>             |  | 0,0001                                |                    | 0,0043                                  | 0,0001                               |  |
| EP                             |  | 0,0001                                |                    | 0,0004                                  | 0,0001                               |  |
| Valor P <sup>-1</sup>          |  | <0,0001                               |                    | <0,0001                                 | 0,0027                               |  |
| r <sup>2</sup> /R <sup>2</sup> | 0,62                                     | 0,90                                  | 0,34               | 0,99                                    | 0,64                                 | 0,91                                   |

<sup>(1)</sup>VfCNF = volume final de carboidratos não fibrosos; <sup>(2)</sup>KdCNF = taxa de degradação dos carboidratos não fibrosos; <sup>(3)</sup>L = tempos de latência; <sup>(4)</sup>VfCF = volume final de carboidratos fibrosos; <sup>(5)</sup>KdCF = taxa de degradação dos carboidratos fibrosos; <sup>(6)</sup>VfT = volume final total; <sup>(7)</sup>EP = erro padrão.

Para os CF, observou-se que a taxa de degradação e VfCF tiveram comportamento quadrático com ponto mínimo estimado em 49,7 e 78,3 minutos de exposição ao calor respectivamente (Tabela 2). A cada minuto de exposição ao calor, diminuiu 0,4% no VfT. Esperava-se uma melhora nos parâmetros avaliados quando a casca de cacau fosse submetida à temperatura em virtude da volatilização da teobromina, porém o que se observou foi que quanto maior o tempo de exposição, os carboidratos se tornavam mais indisponíveis.

### Conclusões

O tratamento térmico não é recomendado para ser aplicado na casca de cacau, pois confere ao produto uma menor disponibilidade dos carboidratos. Mais estudos devem ser feitos para se entender de que forma os carboidratos ficaram indisponíveis e quanto que o processamento industrial da casca pode interferir neste processo.

### Agradecimentos

Ao CNPq pelo financiamento do projeto.

### Literatura citada

AZEVEDO, J.A.G.; VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S.; DETMANN, E.; VALADARES, R.F.D.; PEREIRA, L.G.R.; SOUZA, N.K.P.; SILVA, L.F.C. Consumo, digestibilidade total, produção de proteína microbiana e balanço de nitrogênio em dietas com subprodutos de frutas para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.40, n.5, p.1052-1060, 2011.

SANTOS, M.G.M.F.; AZEVEDO, J.A.G.; PEREIRA, L.G.R.; SILVA, T.C.; CABRAL, I.S.; FARIAS, D.S. Relação entre pressão e volume para implantação da técnica *in vitro* de produção de gases no trópico úmido. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47<sup>a</sup>, Salvador. **Anais**. 2010