

Dinâmica da fermentação ruminal de coprodutos do babaçu por meio da técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases

[Dynamics of the ruminal fermentation of coproducts of babassu (*Orbignya martiniana*) through the half-automatic *in vitro* gas production technique]

L.N. Farias¹, V.R. Vasconcelos¹, F.F.R. Carvalho², J.L.R. Sarmiento³

¹Universidade Federal do Piauí - Teresina, PI

²Universidade Federal Rural de Pernambuco - Recife, PE

³Universidade Federal do Piauí - Bom Jesus, PI

RESUMO

Avaliou-se a cinética de fermentação ruminal da matéria seca (MS) e da fibra em detergente neutro (FDN) do farelo e da torta de babaçu (*Orbignya martiniana*), por meio da técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases. As leituras de pressão e volume foram realizadas às três, seis, nove, 12, 15, 21, 27, 33, 39, 48, 60, 72 e 96 horas. Para a degradação da MS e da FDN, quantificou-se o resíduo após 96h de incubação. As curvas de produção cumulativa de gases foram ajustadas utilizando-se o modelo logístico bicompartimental. Para a MS, houve efeito ($P < 0,05$) do alimento sobre o volume de gases da fração solúvel de rápida degradação (Vf1). O volume de gases da fração insolúvel de lenta degradação (Vf2) foi maior para o farelo de babaçu. O farelo apresentou o maior tempo de colonização, e a torta a menor degradação. Quanto ao Vf1 da fração de FDN, não houve diferença ($P > 0,05$) entre os alimentos, e a fração Vf2 foi maior para a torta. A produção cumulativa de gases produzidos até 96h foi alta tanto para o farelo como para a torta, 120 e 140mL, respectivamente. O farelo e a torta de babaçu podem ser utilizados como alimentos alternativos para ruminantes por apresentarem boa qualidade do ponto de vista fermentativo.

Palavras-chave: *Orbignya martiniana*, fração detergente neutro, degradação, matéria seca

ABSTRACT

The kinetic ruminal fermentation of the dry substance (MS) and the fraction in neutral detergent (FDN) of the meal and the palm cake of babassu was evaluated through the half-automatic *in vitro* gas production technique. The pressure readings and measurements of volume were been carried through at 3, 6, 9, 12, 15, 21, 27, 33, 39, 48, 60, 72 and 96h. For the degradation of the MS and FDN residue was quantified after 96h of incubation. The curves of cumulative production of gases had been adjusted using the bicompartimental logistic model. For the MS it had the effect ($P < 0,05$) of food for the volume of gases of the soluble fraction of fast degradation (Vf1). The volume of gases in the insoluble fraction of slow degradation (Vf2) was superior ($P < 0,05$) for the babassu meal. The "Lag time" of the meal was bigger ($P < 0,05$) that that of the palm babassu cake. The palm babassu cake presented minor degradation. The Vf1 of the FDN fraction did not have difference ($P > 0,05$) between foods. The Vf2 fraction was bigger for the palm babassu cake. The cumulative production of gases produced up to 96h was high for the meal and for the palm babassu cake, 120 and 140mL, respectively. The babassu meal and cake can be used as alternative foods for ruminants to present good quality from the fermentation point of view.

Keyword: *Orbignya martiniana* fraction neutral detergent, degradation, dry substance

Recebido em 6 de abril de 2011

Aceito em 24 de maio de 2012

E-mail: luciananfvvet@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

Na busca por alimentos alternativos, com vistas a atender demandas dos vários sistemas de criação, tem-se observado grande utilização dos resíduos agroindustriais, dentre eles os coprodutos do processamento do babaçu, que é uma palmeira nativa do Brasil do gênero *Orbignia* (*Orbignya* sp.) e um dos principais produtos do extrativismo vegetal em alguns estados do Nordeste, principalmente porque a exploração do produto ocorre no período de entressafra das principais culturas regionais. Em seu estado nativo, chega a produzir 1,8 toneladas de coco por ha/ano (Benedetti, 1985).

O principal produto comercial extraído do babaçu (*Orbignya martiniana*) é o óleo (extraído da amêndoa), representando 7% do peso total do fruto (Teixeira, 2000), e a torta (que resulta do processo de prensagem mecânica). O farelo de babaçu, um coproduto do processamento, é obtido após a extração do óleo da polpa por solvente e moagem fina e constitui um ingrediente de ração animal, fibroso e com baixa concentração de energia. Segundo Rocha Júnior *et al.* (2002), apresenta 16,5% de proteína bruta (PB), 1,8% de carboidratos não fibrosos (CNF), 78,7% de fibra em detergente neutro (FDN), 53,8% de fibra em detergente ácido (FDA), 1,1% de extrato etéreo (EE), 3,9% de lignina e teores de nitrogênio insolúveis em detergente neutro (NIDN) e em detergente ácido (NIDA), respectivamente, 53,1 e 13,5% do matéria seca total. A torta de babaçu apresenta 1,75Mcal/kg de energia metabolizável, 92,8% de MS; 20,6% de PB 5,8% de EE; 78,7% de FDN; 45,4% de FDA e 6,2% de MM na matéria seca (Valadares Filho *et al.*, 2002).

Dentre os métodos de avaliação e de determinação nutricional está a técnica de produção cumulativa de gases; pelo gráfico, mensuram-se os gases gerados pela atividade microbiana anaeróbica nos frascos de fermentação, os quais são utilizados para interpretação das características nutricionais (Cabral *et al.*, 2000).

Considerando-se as vantagens da técnica de produção de gases, bem como sua simplicidade de uso e a possibilidade de processar grande número de amostras em curto espaço de tempo, é importante testar esta técnica com fontes

alternativas de alimentos para ruminantes, buscando validar correlações entre a digestibilidade *in situ* e os parâmetros de produção de gases.

O objetivo deste trabalho foi estimar os parâmetros da dinâmica de fermentação ruminal da matéria seca e da fibra em detergente neutro de coprodutos do babaçu, pela técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases, utilizando-se inóculo ruminal.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado com as amostras de farelo e de torta de babaçu, e apenas a torta foi submetida à trituração em moinho tipo Willey, com peneira de porosidade 1,0mm de diâmetro, posteriormente, ambas as amostras foram armazenadas em recipientes de vidro.

A composição química das amostras foi avaliada segundo métodos descritos por Silva e Queiroz (2002), sendo determinados os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE). O teor de carboidratos totais (CHTO) foi obtido a partir da equação proposta por Sniffen *et al.* (1992): $CHOT(\%) = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinza)$. O conteúdo de carboidratos não fibrosos (CNF) foi calculado por meio da diferença entre CHOT e FDN corrigida para proteína: $CNF(\%) = 100 - [\%PB + (\%FDN - \%PB \text{ na FDN}) + \%EE + \%Cinza]$.

A dinâmica de fermentação ruminal da fração FDN da torta e do farelo de babaçu foi determinada segundo Silva e Queiroz (2002), tomando-se 5g de amostra seca ao ar (ASA), moída em moinho tipo Willey com 1,0mm, submetida à fervura durante uma hora em solução detergente neutro. Posteriormente, o resíduo obtido foi filtrado em cadinho filtrante e lavado com água destilada quente e 200mL de acetona, para retirar completamente qualquer resíduo do detergente, sendo, então, colocado em estufa de ventilação forçada (55°C, 48 horas). O meio de digestão foi preparado 24 horas antes da incubação das amostras, de acordo com metodologia descrita por Maurício *et al.* (2001). Foi composto por soluções de microminerais, macrominerais, tampão, redutora e, por fim, indicadora de pH.

As frações sólidas e líquidas de conteúdo ruminal, foram retiradas diretamente do rúmen, via cânula ruminal, às 7h30min, antes do fornecimento da primeira refeição. Após a coleta, as frações foram armazenadas em garrafas térmicas aquecidas com água a 39°C. O conteúdo ruminal foi imediatamente transportado ao laboratório. As frações sólidas e líquidas foram homogeneizadas na proporção 1:1, o material resultante filtrado em tecido de algodão. Para a incubação das amostras, foram utilizados frascos de vidro com capacidade de 160mL, identificados. Para a determinação da cinética de fermentação ruminal, foi colocado em cada frasco 1g de amostra, sendo utilizados dois frascos por tratamento.

Foram adicionados aos frascos 90mL do meio de digestão, gaseificados com CO₂, fechados e colocados em estufa de circulação forçada de ar a 39°C por uma hora. Em seguida, foram retirados para a adição de 10mL do inóculo ruminal, vedados com rolhas de borracha e lacres de alumínio. Após a colocação dos lacres, os gases gerados no interior de cada frasco foram eliminados e levados novamente para a estufa para manutenção da temperatura.

As leituras de pressão foram realizadas às três, seis, nove, 12, 15, 21, 27, 33, 39, 48, 60, 72 e 96 horas de incubação, com auxílio de um transdutor de pressão conectado a uma válvula de duas saídas. Após a leitura, alguns frascos foram retirados e colocados em um recipiente com gelo para parar a fermentação. Em seguida, foram abertos, e o conteúdo transferido para cadinhos filtrantes; com o auxílio de uma bomba a vácuo, foi retirado o líquido. O resíduo foi, então, transferido para a estufa (105°C, 72h) e, depois, pesado.

Os dados obtidos de pressão e volume durante a fermentação foram utilizados para o cálculo da equação de regressão por meio do procedimento PROC REG SAS (Statistical..., 1999). A degradabilidade ruminal da MS foi realizada por meio da diferença entre a quantidade total de amostra colocada para fermentar e a recuperada por filtração em cadinho de filtração após a incubação às três, 12, 27, 48, 72 e 96 horas. Os parâmetros de produção de gases e de degradação ruminal foram obtidos pelos modelos de France *et al.* (1993) e de Orskov e McDonald

(1979), modificado por McDonald (1981), respectivamente.

O modelo matemático adotado na estimativa da dinâmica de fermentação ruminal foi o logístico bicompartimental, cuja equação é $V(t) = Vf1 / (1 + \exp(2 - 4 * c1 * (T - L))) + Vf2 / (1 + \exp(2 - 4 * c2 * (T - L)))$, sendo $V(t)$ = volume total de gases (mL/100 mgMS) acumulado no tempo T ; $Vf1$ = volume final de gases oriundo da degradação da fração solúvel de rápida degradação quando $T \rightarrow \infty$; $c1$ = taxa específica de produção de gases pela degradação da fração solúvel; $c2$ = taxa específica de produção de gases pela degradação da fração insolúvel; T = tempo de incubação (h); L = fase de latência; $Vf2$ = volume final de gases proveniente da degradação da fração insolúvel de lenta degradação quando $T \rightarrow \infty$ (Schofield *et al.*, 1994).

As curvas de ajuste e as estimativas dos parâmetros de interesse biológico foram realizadas pelo processo iterativo de Marquardt, com o auxílio de procedimento para modelos não lineares (PROC NLIN) do SAS (1999). Os parâmetros estimados pelo modelo foram comparados em delineamento em blocos ao acaso com dois tratamentos e seis repetições, sendo os blocos constituídos pelas coletas, utilizando-se PROC GLM do SAS (1999). As médias dos tratamentos e suas respectivas interações foram comparadas pelo teste SNK.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de MS do farelo de babaçu foi menor que os 95,4% obtidos por Rocha Jr. *et al.* (2003) (Tab. 1). Quanto à torta de babaçu, o teor de MS foi maior que os 91,4% obtidos por Souza *et al.* (2000).

Os teores de PB, em torno de 15 a 17%, estão acima do intervalo de 6 a 8% recomendado por Van Soest (1994) para a efetiva fermentação microbiana ruminal. O extrato etéreo da torta de babaçu foi elevado. Geralmente, dietas ricas em lipídeos são utilizadas para vacas leiteiras no início da lactação para aumentar a energia das rações, em função da elevada densidade calórica, embora possam causar redução na ingestão de MS e na taxa de passagem (Mello *et al.*, 2006). Souza *et al.* (2000) obtiveram 8,2% de EE para a torta de babaçu, enquanto Rocha Jr. *et al.* (2003)

obtiveram apenas 1,1% de EE. O teor total de gordura na dieta, em especial de ácidos graxos insaturados não protegidos da fermentação ruminal, deve ser controlado, pois teores acima de 8% na dieta promovem diminuição na digestibilidade da fibra em até 50%, pelo impedimento da aderência dos microrganismos

às partículas dos alimentos ou pelo efeito tóxico sobre organismos celulolíticos. Além disso, ocorrem decréscimo na concentração de protozoários, principalmente os ciliados, aumento no conteúdo de ácidos graxos voláteis e redução na produção de metano no rúmen (Jenkins, 1993; Van Soest, 1994).

Tabela 1. Composição bromatológica (com base na MS) do farelo e da torta de babaçu. (*Orbignya martiniana*)

Ingredientes (%)	Farelo de babaçu	Torta de babaçu
Matéria seca	91,65	89,67
Proteína bruta	14,63	17,12
Extrato etéreo	1,02	6,1
Matéria mineral	3,88	4,20
Fibra em detergente neutro	80,59	68,41
Fibra em detergente ácido	54,49	44,56
Carboidratos totais	80,47	72,67
Carboidratos não fibrosos	65,43	48,36

Houve diferença ($P < 0,05$) nos alimentos para Vf1 (Tab. 2). O maior volume de gases ($P > 0,05$) obtido com a torta (52,91) pode estar relacionado ao valor mais elevado de CNF em relação ao farelo de babaçu, já que o volume de gases produzidos está associado à degradação da fração de rápida degradação (Campos et al., 2000).

O Vf2 do farelo foi mais alto ($P < 0,05$) que o da torta, o que pode estar relacionado com a maior quantidade de lipídeos encontrados na torta, já

que a fermentação ruminal dos carboidratos estruturais é reduzida pela adição de lipídeos às dietas e o grau de redução depende das fontes de fibra e de lipídeos (Berchielli et al., 2006), portanto, quando o substrato era o farelo, sem interferência do maior teor de gordura e com maiores teores de carboidratos estruturais, provavelmente contribuíram para um ambiente favorável ao desenvolvimento de bactérias celulolíticas.

Tabela 2. Parâmetros da dinâmica pela produção de gases da matéria seca do farelo e da torta de babaçu (*Orbignya martiniana*) obtidos pelo modelo logístico bicompartimental

Parâmetro	Farelo de babaçu	Torta de babaçu
Vf1 mL/100mg amostra	37,72b	52,91a
Vf2 mL/100mg amostra	94,78a	64,34b
C1 (h)	0,143a	0,0957b
C2 (h)	0,0151b	0,0191a
L(h)	9,880a	8,143b

Vf1=volume final de gases oriundo da degradação da fração solúvel de rápida degradação quando $T \rightarrow \infty$; Vf2=volume final de gases proveniente da degradação da fração insolúvel de lenta degradação quando $T \rightarrow \infty$; c1=taxa específica de produção de gases pela degradação da fração solúvel; c2=taxa específica de produção de gases pela degradação da fração insolúvel; L=fase de latência.

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste SNK ($P < 0,05$).

Para o parâmetro C1, o farelo apresentou valores maiores ($P < 0,05$) de produção de gases que a torta. O C2 do farelo não diferiu ($P > 0,05$) da torta. Considerando-se que o gás produzido na fermentação reflete a degradação da amostra testada, a taxa e o potencial máximo de produção de gases são, provavelmente, as principais características para avaliar a qualidade dos alimentos pela técnica de produção de gases.

Contudo, não devem ser levados individualmente como critério de avaliação, uma vez que o maior valor potencial máximo de produção de gases implica menor tempo para a fermentação da fração potencialmente fermentável, mas não considera a extensão dessa fração no rúmen. Assim, as forragens mais fermentáveis ou digestíveis seriam aquelas que apresentam valores de potencial máximo e de taxa de

produção de gases, pois alcançariam potencial máximo de fermentação em menor tempo (Tomisch *et al.*, 2003).

A fase de latência (L) do farelo foi maior ($P < 0,05$) do que a da torta. Esse parâmetro está relacionado com o tempo de colonização, que é favorecido pela presença de substratos prontamente fermentáveis e por características físicas e químicas da parede celular da amostra, capazes de facilitar a colonização microbiana (Magalhães *et al.*, 2006). Os resultados obtidos neste trabalho corroboram a afirmação desses autores, observando-se que o farelo de babaçu apresentou os maiores teores de fibra e as menores concentrações de substratos fermentáveis (CNF) quando comparado ao da torta.

A produção total de gases para o farelo foi de 132,5mL. Para a torta foi menor (117,2mL). Segundo Van Soest (1994), o que caracteriza maior ou menor degradação (produção de gases) é a proporção entre as frações solúveis e

insolúveis, como observado na Tab. 1. A fração insolúvel para o farelo foi maior que para a torta, no entanto, de acordo com Santos *et al.* (2003) e Noguera *et al.* (2005), alimentos ricos em carboidratos solúveis, como o amido, propiciam maior fermentação ruminal e, conseqüentemente, maior produção de gases em relação a outros alimentos com maior produção de carboidratos estruturais. O fato de a torta possuir valor de EE alto pode ter interferido na aderência dos microrganismos às partículas do alimento e alterado o ambiente ruminal, contribuindo, assim, para redução na fermentação dos carboidratos estruturais.

As curvas de produção cumulativa de gases do farelo e da torta de babaçu encontram-se na Fig. 1.

Nos tempos iniciais de incubação, a produção cumulativa de gases do farelo foi similar à torta: a partir das 48 horas de incubação, observa-se superioridade na produção de gases para o farelo.

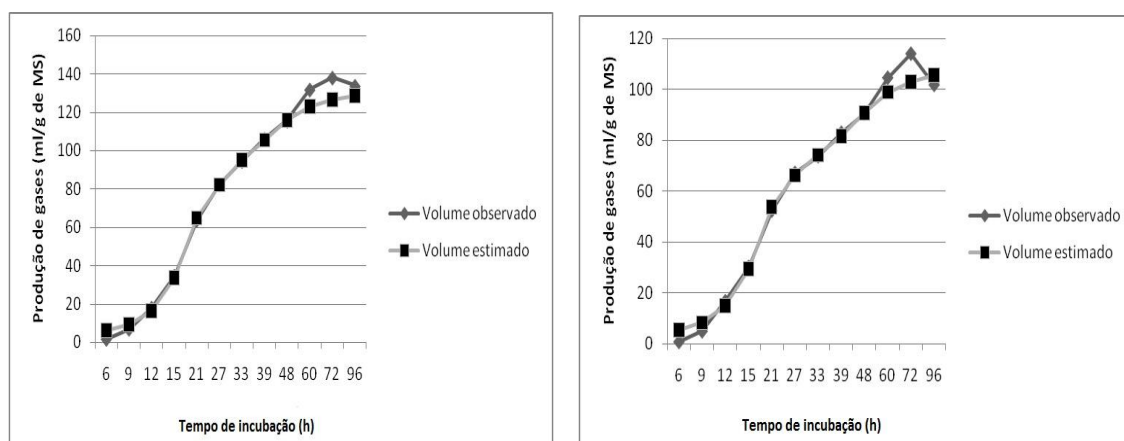


Figura 1. Curva de produção cumulativa de gases dos carboidratos totais do farelo e da torta de babaçu (*Orbignya martiana*) a partir da média dos volumes observados e ajustados pelo modelo logístico bicompartimental.

O Vf1 não diferiu ($P > 0,05$) entre os alimentos (Tab.3). Noguera *et al.* (2005) obtiveram diferenças nesse parâmetro ao estudarem a fração fibrosa de diferentes alimentos. Para o parâmetro Vf2, a torta foi melhor ($P < 0,05$) que o farelo. Santos *et al.* (2003) obtiveram maior produção de gases para Vf2 em relação à fração insolúvel para a maioria dos alimentos avaliados. No entanto, dentre os alimentos avaliados, o farelo e o caroço de algodão apresentaram maior produção de gases para a FDN, inferindo-se que,

nesses alimentos, a fração insolúvel é a principal fonte de energia para o crescimento microbiano.

A taxa específica de produção de gases pela fração solúvel (C1) não diferiu ($P > 0,05$) entre os alimentos. A fração insolúvel (C2) foi maior ($P < 0,05$) para a torta. A diferença entre os alimentos deve-se ao menor teor de FDN (Tab. 1) e ao maior teor de carboidratos não estruturais (CNF) para a torta.

Tabela 3. Estimativas dos parâmetros da dinâmica pela produção de gases da FDN do farelo e da torta de babaçu (*Orbignya martiana*) obtidas pelo modelo logístico bicompartimental

Parâmetro	Farelo de babaçu	Torta de babaçu
Vf1mL/100mg amostra	48,84a	51,23a
Vf2mL/100mg amostra	66,85b	79,52a
C1 (h)	0,1081a	0,1282a
C2 (h)	0,021b	0,0262a
L(h)	11,46a	11,59a

Vf1=volume final de gases oriundo da degradação da fração solúvel de rápida degradação quando $T \rightarrow \infty$; Vf2=volume final de gases proveniente da degradação da fração insolúvel de lenta degradação quando $T \rightarrow \infty$; c1=taxa específica de produção de gases pela degradação da fração solúvel; c2=taxa específica de produção de gases pela degradação da fração insolúvel; L=fase de latência.

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste SNK ($P < 0,05$).

A FDN dos alimentos apresenta uma fase de latência (L), em que não se verifica a degradação do substrato. Durante essa fase, podem ocorrer hidratação das partículas do alimento, remoção de substâncias inibidoras, eventos ligados à adesão e efetiva colonização das partículas do alimento pelos microrganismos ruminais, de modo que, antes do término desta fase, o alimento permanece inalterado no rúmen, a não ser por ação mecânica (Azevedo *et al.*, 2003). A L não diferiu entre os alimentos ($P > 0,05$). Segundo Noguera *et al.* (2004), a fração solúvel constitui um substrato energético de rápida fermentação para os microrganismos, facilitando, assim, os processos de adesão e colonização do substrato, mas sua importância começa a diminuir com o transcorrer do tempo, quando

maior quantidade de constituintes da parede celular começa a ser disponível e grande parte da produção de gases procede da fermentação dessa fração.

Observou-se produção cumulativa de gases da FDN muito semelhante entre os alimentos (Fig.3). O volume de gases produzido até às 96 horas foi alto para os dois alimentos, variando entre 120 e 140mL. Azevedo (2007) obteve menores volumes de produção de gases para a FDN quando comparados aos da MS e atribuiu esse resultado ao fato de que, durante a degradação da FDN, não ocorrem os efeitos associativo e aditivo das frações solúveis e insolúveis.

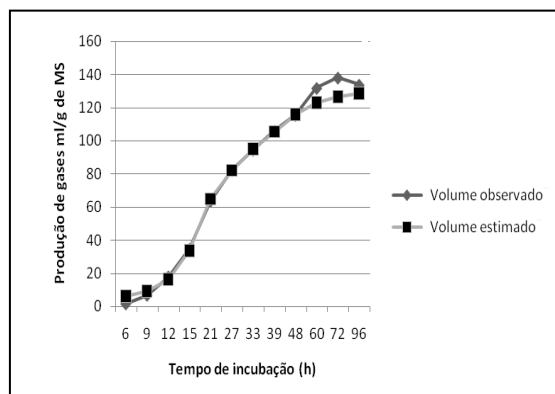
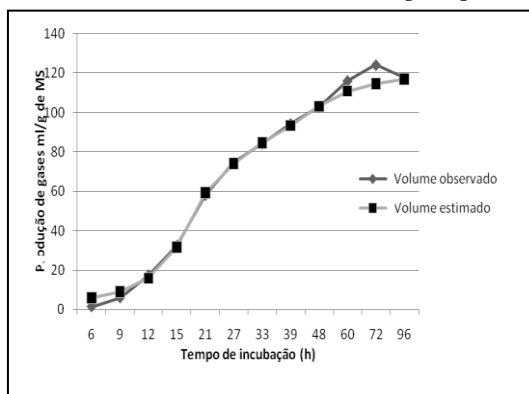


Figura 3. Curva de produção cumulativa de gases das FDN do farelo e da torta de babaçu (*Orbignya martiana*) a partir da média dos volumes observados e ajustados pelo modelo logístico bicompartimental.

A degradabilidade das frações solúveis (A) do farelo e da torta de babaçu foi menor do que as obtidas por Moraes *et al.* (2005), para o farelo de babaçu, usando-se tamanhos de partículas de 3 e 5mm, de 61,3 e 64,5%, respectivamente (Tab. 4). Souza *et al.* (2000) obtiveram diferentes valores para A em relação a outros autores e atribuíram

tal fato à influência da técnica de incubação e ao processo de obtenção dos subprodutos sobre o desaparecimento da MS. Blummel e Orskov (1993) ressaltaram que a extensão e a taxa de degradação de nutrientes dos alimentos baseiam-se no desaparecimento da MS, assumindo, assim, que todas as perdas ocorreram pela fermentação,

o que nem sempre acontece. Na técnica de produção de gases, pode haver perda pelos poros do cadinho, porém essa perda é bem menor do que a que ocorre na técnica *in situ*.

Tabela 4. Degradabilidade da matéria seca do farelo e da torta de babaçu estimada pela técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases

Parâmetro	Farelo de babaçu	Torta de babaçu
A	9,488a	4,51a
B	49,25a	38,94b
C	0,030b	0,056a
Dp	54,82a	43,20b
De (2%/h)	38,25a	33,64b
De (5%/h)	27,42a	25,75a

Fração solúvel (A); fração insolúvel potencialmente degradável (B); taxa de degradação (C); degradação potencial (Dp) e degradação efetiva (De). Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste SNK ($P < 0,05$).

A fração potencialmente degradável (B) da MS do farelo de babaçu diferiu ($P < 0,05$) em relação à torta, como já foi citado antes, fato este que pode estar relacionado ao alto teor de EE presente na torta, o que pode ter interferido na aderência dos microrganismos às partículas do alimento. Moraes *et al.* (2005) obtiveram valores para o farelo de babaçu com granulometria de 3 e 5mm, de 44,8 e 52,2%, respectivamente, mostrando que quanto menor a granulometria, menor a degradação.

A taxa de degradação (C) diferiu ($P < 0,05$) entre os alimentos. Os valores estimados estão menores que os dados obtidos por Moraes *et al.* (2005) para o farelo, tanto para a granulometria de 3mm como para a de 5mm. Souza *et al.* (2000) obtiveram o valor 0,019% para a torta, bem inferior ao obtido neste trabalho. A maior degradabilidade potencial (Dp) foi obtida para o farelo em relação à torta de babaçu. Souza *et al.* (2000), ao estudarem subprodutos da agroindústria, encontraram Dp para a torta 99,1%. As razões das variações existentes entre os resultados obtidos e a literatura revisada, para as constantes “a”, “b” e “c”, são amplas, uma vez que os alimentos, as dietas, os regimes alimentares, as fases fisiológicas, as espécies animais, a aplicação da técnica, além das características ambientais, são diferenciadas nos experimentos (Souza *et al.*, 2000).

A degradabilidade efetiva (De) da MS da torta a 2%h-1 foi menor que a do farelo de babaçu. Tais parâmetros encontram-se abaixo do encontrado por Moraes *et al.* (2006) para o farelo a 5mm (51,2%) e para o farelo a 3mm (50,0%). Já Souza *et al.* (2000) obtiveram para a torta a 2%h-1 valor de De igual a 55,8%. Para esses autores, os resultados revelaram que a MS da torta de babaçu e a de outros alimentos estudados eram mais resistentes ao desaparecimento ruminal ou ao ataque microbiano e os dados de De da MS apresentaram uma tendência, sem avaliação da significância estatística, de redução das taxas com o aumento do turnover, principalmente para a torta de babaçu, o farelo de algodão e o farelo de soja. Resultado similar foi obtido neste presente trabalho. Em relação à De a 5% h-1, não houve diferença entre os alimentos ($P > 0,05$). Souza *et al.* (2000) obtiveram valor superior para a torta de babaçu (38,0%). Moraes *et al.* (2006) obtiveram valores de De para o farelo de babaçu de 40,7 e 40,9%, para 5 e 3mm, respectivamente.

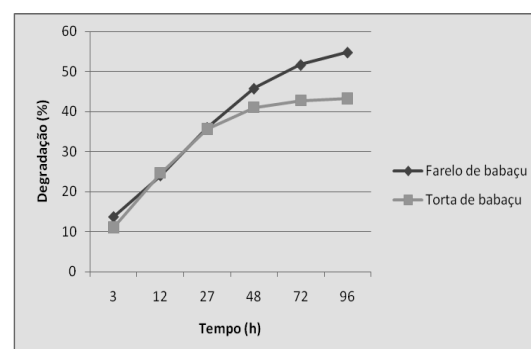


Figura 5. Degradação potencial da matéria seca do farelo e da torta de babaçu estimada pela técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases.

CONCLUSÕES

A técnica *in vitro* semiautomática de produção de gases mostrou-se adequada para estimar o perfil de fermentação ruminal do farelo e da torta de babaçu, constituindo importante ferramenta na determinação do valor nutritivo de alimentos para ruminantes.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudo concedida e pelo apoio financeiro necessário à condução da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, M.M.R.; VASCONCELOS, V.R.; PIMENTEL, J.C.M. *et al.* Dinâmica da fermentação ruminal do pseudofruto de cinco clones de cajueiro. *Rev. Bras. Zootec.*, v.38, p.752-759, 2007.
- AZEVEDO, J.A.G.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C. *et al.* Composição químico-bromatológica, fracionamento de carboidratos e cinética da degradação *in vitro* da fibra de três variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). *Rev. Bras. Zootec.*, v.32, p.1443-1453, 2003.
- BENEDETTI, E. *Alguns aspectos na utilização do babaçu (Orbygnia sp) na alimentação animal.* Belo Horizonte: UFMG, 1985. 40p.
- BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. *Nutrição de Ruminantes.* Jaboticabal: Funep, 2006. Cap. 10, 583p.
- BLUMMEL, M.; ØRSKOV, E.R. Comparison of *in vitro* gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting feed intake in cattle. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.40, p.109-119, 1993.
- CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; MALAFAIA, P.A.M. *et al.* Frações de carboidratos de alimentos volumosos e suas taxas de degradação estimadas pela técnica de produção de gases. *Rev. Bras. de Zootec.*, v.29, supl. 1, p.2087-2098, 2000.
- CAMPOS, F.P.; BOSE, M.L.V.; BOIN, C. *et al.* Comparação do sistema de monitoramento computadorizado de digestão *in vitro* com os métodos *in vivo* e *in situ*. 2. Uso do resíduo da matéria seca de forragens. *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, p.531-536, 2000.
- FRANCE, J.; DHANOA, M.S.; THEODOROU, M.K.; BOLÍVAR, P.A. A model to interpret gas accumulation profiles associated with *in vitro* degradation of ruminant feeds. *J. Theoret. Biol.*, v.163, p.99-111, 1993.
- JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. *J. Dairy Sci.*, v.76, p.3851-3863, 1993.
- MAGALHÃES, R.T.; GONÇALVES, L.C.; MAURICIO, R.M. *et al.* Avaliação de quatro genótipos de sorgo pela técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases. *Rev. Bras. Milho e Sorgo.* v.5, p.101-111, 2006.
- MAURICIO, R.M.; OWEN, E.; MOULD, F.L. *et al.* Comparison of bovine rumen liquor and bovine faeces as inoculum for an *in vitro* gas production technique for evaluating forages. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.89, p.33-48, 2001.
- McDONALD, I. A revised model for estimation of protein degradability in the rumen. *J. Agric. Sci.*, v.96, p.251-252, 1981.
- MELLO, R.; NOMBERG, J.L.; QUEIROZ, A.C. *et al.* Composição química, digestibilidade e cinética de degradação ruminal das silagens de híbridos de girassol em diferentes épocas de semeadura. *Rev. Bras. Zootec.*, v.35, p.1523-1534, 2006.
- MORAES, E.H.B.K.; PAULINO, M.S.; ZERVOUDAKIS, J.T. *et al.* Associação de diferentes fontes energéticas e protéicas em suplementos múltiplos na recria de novilhos mestiços sob pastejo no período da seca. *Rev. Bras. de Zootec.*, v.35, p.914-920, 2006.
- MORAES, S.A.; SILVA, A.G.M.; BENEVIDES, Y.I. *et al.* Degradabilidade *in situ* da matéria seca do farelo de babaçu em diferentes granulometrias. In: 42º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 25 a 28 de Julho de 2005, Goiânia, Goiás. Disponível em: http://file://D:\8_Ruminantes\1643.htm. Acessado em: 17 abr. 2006.
- NOGUERA, R.R.; SALIBA, E.O.; GONÇALVES, L.C. *et al.* Utilização da técnica de produção de gás para determinar a cinética de fermentação dos carboidratos estruturais e não estruturais em sorgo para forragem. *Livest. Res. Rural Develop.*, v.17, p.13, 2005.
- NOGUERA, R.R.; SALIBA, E.O.; MAURICIO, R.M. *Comparación de modelos matemáticos para estimar los parámetros de degradación obtenidos a través de la técnica de producción de gas.* 2004. Disponível em: <http://www.cipav.org.co/1rrd/1rrd16/11/nogu16086.htm>. Acessado em: 03 abr. 2006.
- ØRSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci.*, v.92, p.499-503, 1979.

- ROCHA JUNIOR, V.R.; VALADARES FILHO, S.C.; BORGES, A.M. *et al.* Determinação do valor energético de alimentos para ruminantes In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. *Anais...* Recife: SBZ/UFRPE, 2002. CD-ROM.
- ROCHA JUNIOR, V.R.; VALADARES FILHO, S.C.; BORGES, A.M. *et al.* Determinação do valor energético de alimentos para ruminantes pelo sistema de equações. *Rev. Bras. de Zootec.*, v.32, p.473-479, 2003.
- SANTOS, R.A.; TEIXEIRA, J.C.; PÉREZ, J.R.O. *et al.* Estimativa da degradabilidade ruminal de alimentos utilizando a técnica de produção de gás em bovinos, ovinos e caprinos. *Cienc. Agrot. Lavras*, v.27, p.689-695, 2003.
- STATISTICAL Analysis System - INSTITUTE (SAS). *User's Guide: statistics*. SAS Institute Version 8.0. Cary, NC, USA, 1999.
- SCHOFIELD, P.; PITT, R.E.; PELL, A.N. Kinetics of fiber digestion from *in vitro* gas production. *J. Anim. Sci.*, v.72, p.2980-2991, 1994.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3.ed., Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.*, v.70, p.3562-3577, 1992.
- SOUZA, J.R.S.T.; CAMARÃO, A.P.; RÊGO, L.C. Degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta de subprodutos da agroindústria, da pesca e de abatedouros em caprinos. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.*, v.37, 2000. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-9596200000200015&script=sci_arttext> Acessado em: 5 maio 2008.
- TEIXEIRA, M.A. *Estimativa do Potencial Energético na Indústria do Óleo de Babaçu no Brasil*. Caderno de Resumos, 3º Encontro de Energia no Meio Rural - AGRENER 2000, Campinas - SP, NIPE - Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético, de 12 a 15 de Setembro de 2000. p.118.
- TOMISCH, T.R.; GONÇALVES, L.C.; MAURÍCIO, R.M. *et al.* Composição bromatológica e cinética de fermentação ruminal de híbridos de sorgo com capim-sudão. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.55, p.747-755, 2003.
- VALADARES FILHO, S.C.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JÚNIOR, V.R. *et al.* *Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 297p.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2.ed., Ithaca: Cornell University Press, 1994, 476p.