

Produção de gases em silagens a base de palma forrageira⁽¹⁾

Luiz Henrique Torres Figueira⁽²⁾; Paulo Fernando Andrade Godoi⁽³⁾; André Luiz Rodrigues Magalhães⁽⁴⁾; Gherman Garcia Leal de Araújo⁽⁵⁾; Fleming Sena Campos⁽⁶⁾, Tiago Santos Silva⁽⁷⁾, Thaíse Virgínia Freire Ramos Peixoto⁽³⁾, Antônia Sherlânia Chaves Vêras⁽⁸⁾

⁽¹⁾Parte da dissertação de mestrado pelo Programa de Pós Graduação em Ciência Animal e Pastagem (PPGCAP /UFRPE/ UAG).

⁽²⁾Mestrando no PPGCAP, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Garanhuns, Garanhuns, PE, e-mail: luiztorresfigueira@gmail.com; ⁽³⁾Doutorando no PPGZ, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE; ⁽⁴⁾Professor Associado II, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Garanhuns, Garanhuns, PE; ⁽⁵⁾ Pesquisador Embrapa Semiárido – Petrolina, PE; ⁽⁶⁾ Pós-Doutorando (PNPD/Capes) no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagem (PPGCAP/UAG/UFRPE); ⁽⁷⁾Professor Adjunto, Universidade Federal do Vale do São Francisco – Petrolina, PE; ⁽⁸⁾ Professora Titular, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.

RESUMO: A silagem é uma alternativa de conservação de forragens, sobretudo para os períodos de estiagem. Objetivou-se avaliar a produção de gases das silagens compostas com *Opuntia stricta* Haw, associadas à *Gliricidia sepium* (SPG), *Cenchrus ciliaries* (SPCB) e *Manihot esculenta* (SPP), bem como exclusivamente de *Opuntia stricta* Haw (SP) e da silagem de milho (SM). Após o período de 60 dias, as amostras foram coletadas em quatro repetições por tratamento. Para a produção de gases, foi utilizada a técnica *in vitro* com transdutor de pressão. A fermentação dos carboidratos gerou volumes superiores Vt1 e Vt2, na SP (260,2 e 261,2 ml/g MS) e SM (240,7 e 241,5 ml/g MS). A SPG (204,1 e 202,7 ml/g MS) e SPP (196,3 e 193,9 ml/g MS) demonstraram maiores valores que a SPCB (148,7 e 156,0 ml/g MS), nos dois parâmetros. As silagens a base de palma forrageira apresentam potencial de degradação, com efeitos positivos sobre a fermentação no rúmen e sua produção de gases.

Palavras-chave: cactácea, forrageiras adaptadas, fermentação ruminal, semiárido.

Gas production in forage palm silages

ABSTRACT: Silage is an alternative for forage conservation mainly for dry periods. The objective of this study was to evaluate gas production of *Opuntia stricta* Haw compound silages associated with *Gliricidia sepium* (SPG), *Cenchrus ciliaries* (SPCB) and *Manihot esculenta* (SPP), as well as *Opuntia stricta* Haw (SP) exclusively and corn silage (SM). After 60 days, samples were collected from four replicates per treatment. For gas production, *in vitro* pressure transducer technique was used. Carbohydrate fermentation generated higher volumes Vt1 and Vt2 in SP (260.2 and 261.2 ml / g DM) and SM (240.7 and 241.5 ml / g DM). SPG (204.1 and 202.7 ml / g MS) and SPP (196.3 and 193.9 ml / g MS) showed higher values than SPCB (148.7 and 156.0 ml / g MS) in two parameters. Forage palm silages presented degradation potential with positive effects on rumen fermentation and gas production.

Key words: adapted fodder, cactaceae, ruminal fermentation, semiarid.

INTRODUÇÃO

Na região Semiárida do Brasil existe forte dependência da vegetação nativa e normalmente a maior disponibilidade de forragem acontece durante a estação chuvosa (Campos et al., 2017). Isto indica a necessidade de adoção de práticas que contemplem a gestão do alimento e água a ser utilizada, considerando a necessidade de produção e armazenamento de volumosos que apresentem alta eficiência no uso de água e que possam ser armazenados com teores de umidades representativos, para que seja possível mitigar os efeitos da estacionalidade na produção (Dall-Orsoletta et al., 2017; Oliveira et al., 2018; Sadri et al., 2018).

Assim, o cultivo e conservação de forrageiras adaptadas aos fatores edafoclimáticos, visando suprir a demanda alimentar dos rebanhos de maneira quantitativa e qualitativa, tem sido recomendada como a estratégia econômica viável (Carvalho et al., 2017; Souza et al., 2017). A silagem é uma alternativa de conservação de forragens, afim de utilização nos períodos de estiagem contribuindo de 10 a 25% dos alimentos volumosos destinados aos ruminantes no Semiárido nordestino (Nussio; Ribeiro, 2008; Niderkorn et al., 2017). Essa prática contribui para a manutenção dos rebanhos nos períodos críticos do ano, fazendo uso de biotecnologias que possibilitem o aproveitamento das forragens com potencial existentes, onde a associação desses recursos pode representar uma consolidação dos sistemas de produção (Gusha et al., 2015; Campos et al., 2017).

A palma forrageira demonstra potencial para utilização na alimentação de ruminantes, sobretudo em áreas secas, devido ao seu alto rendimento de biomassa, cultivo constante, baixo custo e alta aceitabilidade (Çürek et al., 2004; Oliveira et al., 2018). Além disso, o hábito perene, a resistência à seca e a adaptabilidade a uma ampla variedade de solos são atributos

úteis em áreas secas (Nussio; Ribeiro, 2008), Souza et al. (2017) relataram que o metabolismo ácido crassuláceo (CAM) das cactáceas favorecem sua eficiência em termos de uso de água em comparação com as plantas C_3 e C_4 . Além disso, a palma forrageira apresenta características nos seus componentes bioativos que promovem condições de manter a homeostase no ambiente da massa ensilada (Niderkorn et al., 2017; Campos et al., 2017), uma vez que a mucilagem é um hidrocolóide que proporciona uma grande retenção dos fluidos (Saag et al., 1975).

Dessa forma, ensilá-la com outras forrageiras poderia viabilizar o aumento do teor de matéria seca, fibra e proteína, tornando-o mais adequado para alimentação de ruminantes. Além disso, outras forrageiras com valores elevados de proteína e ou fibra apresentam poucos carboidratos solúveis, o que dificulta o processo de ensilagem desses materiais (Gusha et al., 2015; Campos et al., 2017), como é o caso da gliricídia (*Gliricidia sepium*), pornunça (*Manihot esculenta*) e capim buffel (*Cenchrus ciliaris*). De modo que exigem técnicas que aumentem os teores desses substratos que favorecem a produção de bactérias ácido láticas para sua melhor conservação na forma de silagem (Carvalho et al., 2017; Oliveira et al., 2018).

O que torna esse tema uma alternativa para suprir carências de diferentes nutrientes (Niderkorn et al., 2017). Neste sentido, a ensilagem de forrageiras adaptadas, pode propiciar elevação na eficiência do sistema produtivo (Dall-Orsoletta et al., 2017).

O presente trabalho tem por objetivo avaliar a produção de gases em silagens a base de palma forrageira associadas a diferentes forrageiras.

MATERIAL E MÉTODOS

Os tratamentos foram compostos por silagem de palma forrageira (*Opuntia stricta* Haw) associado a forrageiras adaptadas ao Semiárido na proporção de 60:40 representados por silagem de palma e gliricídia (*Gliricidia sepium*), palma e capim buffel (*Cenchrus ciliaris*), palma e pornunça (*Manihot esculenta*) com base na matéria natural, bem como silagem exclusivas de palma forrageira e de silagem de milho (tratamento controle). Após o período de 60 dias, as amostras foram coletadas em quatro repetições por tratamento.

Para a produção de gases, foi utilizada a técnica *in vitro* com transdutor de pressão, proposta Theodorou et al. (1994). As amostras foram incubadas em frascos (160 mL), com 1,0 g de amostra, juntamente com 90 mL de meio nutritivo de Goering e Van Soest (1970), injetados CO_2 constantemente e 10 mL de líquido ruminal. Os frascos foram vedados com rolhas de borracha e lacres de alumínio e incubados em uma estufa com temperatura constante de 39°C. A produção cumulativa de gases foi estimada por meio da mensuração da pressão dos gases produzidos no decorrer do processo fermentativo, utilizando-se transdutor de pressão (LOGGER AG100 - Agricer) e por meio de seringas graduadas para volume de gás, nos tempos 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 21, 24, 30, 36, 42 e 48h pós incubação.

De cada leitura foi subtraído o total produzido pelos frascos sem substrato, referentes a cada amostra. Com os dados de pressão e volume foi gerada uma equação relacionando a pressão (psi) e o volume de gás (mL) pelo PROC REG do SAS (2002) a partir de observações. Foram utilizados os dados observados em psi para obtenção do volume de gás produzido durante a incubação.

A partir da equação, foram utilizados os dados observados em psi para obtenção do volume de gás produzido durante a incubação. Para determinação dos parâmetros, foi utilizado o modelo logístico bicompartimental (Schofield; Pitt; Pell, 1994) com auxílio do PROC NLMIXED do SAS (2002): $V_t = Vf1/1 + e[2-4k1(t-\lambda)] + Vf2/1 + e[2-4k2(t-\lambda)] + \epsilon$. Onde, V_t = volume total de gases produzido, $Vf1$ = volume de gases produzido pela degradação da fração A+B1 do Sistema de Cornell (CNF), de rápida fermentação, $Vf2$ = volume de gases produzido pela degradação da fração B2 do Sistema de Cornell (CF), de lenta degradação, $k1$ = taxa de produção de gases pela degradação da fração A+B1 (CNF), $k2$ = taxa de produção de gases pela degradação da fração B2 (CF), t = tempo de fermentação, λ = fase de latência, e = exponencial e ϵ = erro experimental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na produção de gases *in vitro*, a fermentação dos carboidratos totais (CHOT) gerou volumes superiores de gases totais (V_{t1}) e gases encontrados a partir do modelo logístico bicompartimental (V_{t2}), nas silagens de palma (260,2 e 261,2 ml/g MS) e de milho (240,7 e 241,5 ml/g MS). O que demonstra maior disponibilidade de energia para os microrganismos ruminais (Tabela 1).

Além disso, as silagens de palma e gliricídia (204,1 e 202,7 ml/g MS) e de palma e pornunça (196,3 e 193,9 ml/g MS) demonstraram maiores valores, quando comparados a silagem de palma e capim buffel (148,7 e 156,0 ml/g MS), nos dois parâmetros (Tabela 1). Isto indica que os maiores teores de principalmente da proteína bruta (PB) podem influenciar na digestibilidade da matéria seca (DIVMS) e degradabilidade da matéria seca (DEMS), e produzir maior volume de gases após a fermentação dos substratos. O menor volume de gases produzido pela fermentação dos CHOT da silagem de palma e capim buffel pode ter sido ocasionado pelo fato de 32,82% dos CHOT, estarem presentes na fração que é indisponível. Durante os eventos iniciais da degradação ruminal, os nutrientes solúveis são responsáveis pelo maior volume dos gases produzidos, via fermentação dos CNF (V_{f1}). Estes foram verificados para a silagem de milho (168,1 ml/g MS), que não diferiu da silagem de palma (150,2 ml/g MS), pela degradação dos elevados teores da fração A+B1 dos CHOT (Tabela 1).

A menor taxa de digestão (k_1) estimada para os CNF ocorreu na silagem de palma e capim buffel, o que estimula a inferir que mesmo com teores próximos a de outras silagens da fração A+B₁ dos CHOT, seus altos teores de fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas (FDNcp) somados a pequena disponibilidade de proteína solúvel e nitrogênio não proteico (fração A), pode ter retardado sua utilização pelos microrganismos ruminais, o que é demonstrado pela elevada latência (λ) de 7,82 horas, com consequentes reduções na DIVMS e DEMS, bem como nos volumes de gases V_{t1} e V_{t2} (Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros de produção de gases *in vitro* de diferentes silagens obtidos pelo modelo logístico bicompartimental.

Silagens	Parâmetros						
	V_{t1}	V_{t2}	V_{f1}	k_1	V_{f2}	k_2	λ
SPCB	148,7c ±1,6	156,0c ±2,2	32,8d ±1,1	0,098a ±0,007	123,2a ±1,4	0,027 ±0,0007	7,82ab ±0,22
SPG	204,1b ±3,4	202,7b ±3,2	125,3c ±5,3	0,036b ±0,0003	77,3bc ±2,2	0,115 ±0,004	5,26d ±0,15
SPP	196,3b ±1,3	193,9b ±1,9	131,7bc ±3,7	0,038b ±0,001	62,1cd ±4,8	0,145 ±0,01	4,12e ±0,18
SP	260,2a ±8,5	261,2a ±7,7	150,2ab ±9,0	0,032b ±0,002	111,0a ±4,5	0,113 ±0,005	6,68c ±0,13
SM	240,7a ±4,0	241,5a ±4,0	168,1a ±4,2	0,031b ±0,0002	73,3bc ±6,0	0,130 ±0,005	4,47de ±0,10
EPM	9,33	9,38	13,0	0,0031	4,63	0,045	0,264
P	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,074	0,0001

SPG - Silagem composta de palma e gliricídia; SPCB - Silagem composta de Palma e Capim Buffel; SPP - Silagem composta de Palma e pornunça; SP - Silagem de Palma e sm - Silagem de milho; V_{t1} = volume (mL/g MS) total observado; V_{t2} = volume (mL/g MS) total encontrado a partir do modelo; V_{f1} = volume (mL) de gases produzido pela degradação da fração A+B₁ do Sistema de Cornell (CNF); k_1 = taxa (%/h) específica de produção de gases pela degradação da fração A+B₁ (CNF); V_{f2} = volume (mL) de gases produzido pela degradação da fração B₂ do Sistema de Cornell (CF); k_2 = taxa (%/h) específica de produção de gases pela degradação da fração B₂ (CF); λ = latência (h). EPM=erro padrão da média, P= valor de P. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem ($P>0,05$) entre si pelo teste de Tukey.

As curvas de produção cumulativa de gases dos tratamentos se apresentaram de forma sigmóide (Figura 1). Verifica-se que houve variação nos períodos avaliados, por meio das amplitudes nas curvas referentes a cada silagem, o que foi relacionado através do volume de gases (mL/g MS) e o tempo de incubação (h).

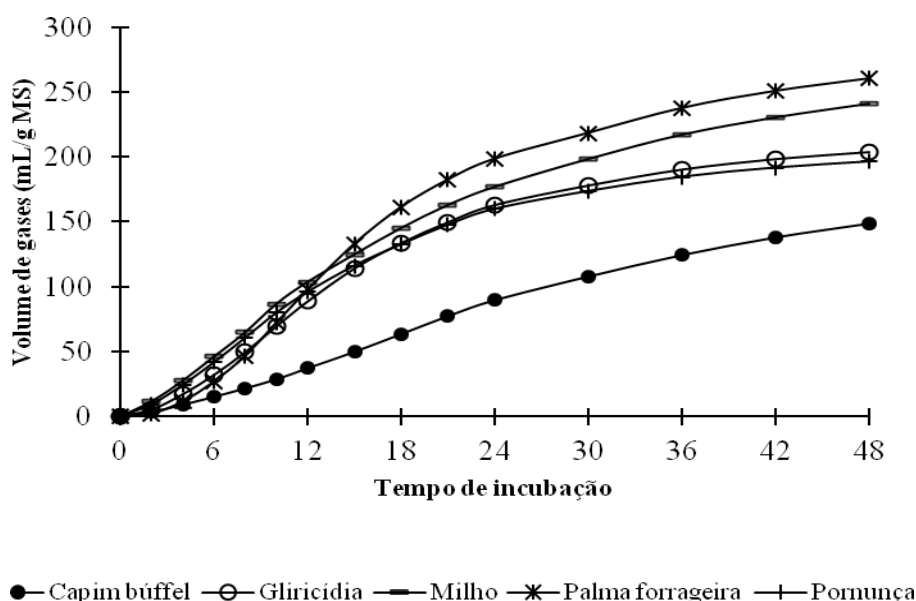


Figura 1. Volume de gases produzidos durante incubação *in vitro* de diferentes silagens a base de palma forrageira

CONCLUSÕES



Os resultados obtidos neste estudo mostraram que as silagens a base de palma forrageira apresentam potencial de degradação, com efeitos positivos sobre a fermentação no rúmen e sua produção de gases.

REFERÊNCIAS

- CAMPOS, F.S.; CARVALHO, G.G.P.; SANTOS, E.M.; ARAÚJO, G.G.L.; GOIS, G.C.; REBOUÇAS, R.A.; LEÃO, A.G.; SANTOS, S.A.; OLIVEIRA, J.S.; LEITE, L.C.; ARAÚJO, M.L.G.M.L.; CIRNE, L.G.A.; SILVA, R.R.; CARVALHO, B.M.A. Influence of diets with silage from forage plants adapted to the semi-arid conditions on lamb quality and sensory attributes. **Meat Science**. v.124, p. 61–68, 2017.
- CARVALHO, G.G.P.DE; REBOUÇAS, R.A.; CAMPOS, F.S.; SANTOS, E.M.; ARAÚJO, G.G.L.; GOIS, G.C.; OLIVEIRA, J.S.DE; OLIVEIRA, R.L.; RUFINO, L.M.DE A.; AZEVEDO, J.A.G.; CIRNE, L.G.A. Intake, digestibility, performance, and feeding behavior of lambs fed diets containing silages of different tropical forage species. **Animal Feed Science and Technology**. V. 228, Pages 140-148, June 2017. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.04.006>
- DALL-ORSOLETTA, A.C., REITER, T.A., KOZLOSKI, G.V.B., NIDERKORN, V., RIBEIRO FILHO, H.M.N., Associative effects between *Arachis pintoi* and dwarf elephantgrass hays on nutritional value in sheep. **Animal Production Science**. 2017. <http://dx.doi.org/10.1071/AN15864>.
- GUSHA, J.; HALIMANI, T.E.; NGONGONI, N.T.; NCUBE, S. Effect of feeding cactus-legume silages on nitrogen retention, digestibility and microbial protein synthesis in goats. **Animal Feed Science and Technology**, v. 206, p. 1–7. 2015.
- NIDERKORN, V., AWAD, M., MARTIN, C., ROCHETTE, Y., BAUMONT, R. Associative effects between fresh ryegrass and white clover on dynamics of intake and digestion in sheep. **Grass Forage Science**. <http://dx.doi.org/10.1111/gfs.12270>. 2017.
- NUSSIO, L. G.; RIBEIRO, J. L. Alternativas Alimentares para ruminantes II. In: Silagem de capim: Potencial e limitações. Aracaju: **Embrapa Tabuleiros Costeiros**, p. 53-80, 2008.
- OLIVEIRA, J. P. F. DE; FERREIRA, M. A.; ALVES, A. M. S. V.; MELO, A. C. C. DE; ANDRADE, I. B. DE; URBANO, S. A.; SUASSUNA, J. M. A.; BARROS, L. J. A. DE; MELO, T. T. B. Carcass characteristics of lambs fed spineless cactus as a replacement for sugarcane. **Asian-Australasian Journal Animal Science**, v. 31, p. 529-536, 2018.
- SAAG, L., SANDERSON, G., MOYNA, P., RAMOS, G. Cactaceae Mucilage Composition. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 26, p. 993–1000. 1975.
- SCHOFIELD, P., PITT, R. E., PELL, A. N. Kinetics of fiber digestion from in vitro gas production. **Journal of Animal Science**, v. 72, n. 11, p. 2980-2991, 1994.
- SADRI, K.; ROUZBEHAN, Y.; FAZAELI, H. REZAEI, J. Influence of dietary feeding different levels of mixed potato-wheat straw silage on the diet digestibility and the performance of growing lambs. **Small Ruminant Research**. Volume 159, February 2018, Pages 84-89 <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.11.002>
- SOUZA, C.M.; OLIVEIRA, R.L.; VOLTOLINI, T.V.; MENEZES, D.R.; SANTOS, N.J.A.; BARBOSA, A.M.; SILVA, T.M.; PEREIRA, E.S.; BEZERRA L.R. Lambs fed cassava silage with added tamarind residue: Silage quality, intake, digestibility, nitrogen balance, growth performance and carcass quality. **Animal Feed Science and Technology**. V. 235, Pages 50-59. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.11.007>
- THEODOROU, M. K. et al. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feed. **Animal Feed Science and Technology**, v. 48. n. 1, p. 185-197, 1994.
- ÇÜREK, M.; ÖZEN, N. Feed Value of Cactus and Cactus Silage Research Article Mustafa. **Turk Journal Veterinary Animal Science**, v. 28, p. 633–639, 2004.