

## VALOR NUTRITIVO DO RIZOMA DA MACAMBIRA (*Bomelia laciniosa*) IN NATURA OU SUBMETIDO A QUEIMA PELO FOGO

[Nutritional value of the rhizome of macambira (*Bomelia laciniosa*) fresh or subjected to burning by fire]

Bruno Spíndola Garcez<sup>1\*</sup>, Arnaud Azevêdo Alves<sup>2</sup>, Antônia Leidiana Moreira<sup>1</sup>, Miguel Arcanjo Moreira Filho<sup>3</sup>, Leandro de Andrade Sotero<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Doutorado em Ciência Animal/Universidade Federal do Piauí, Teresina.

<sup>2</sup>Professor Doutor do Departamento de Zootecnia/Universidade Federal do Piauí, Teresina.

<sup>3</sup>Programa Nacional de Pós Doutorado/Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha.

<sup>4</sup>Engenheiro Agrônomo/Universidade Federal do Piauí, Teresina.

**RESUMO** – Objetivou-se avaliar o valor nutritivo e a cinética da degradação ruminal *in situ* do rizoma da macambira *in natura* ou submetida à queima pelo fogo. Determinou-se os teores de matéria seca (MS), e com base na MS, a proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), hemicelulose (HEM), celulose (CEL), lignina (LIG) e a degradabilidade *in situ* da MS, PB e FDN nos tempos 6, 24 e 72 horas. Verificou-se menor teor de MS na macambira *in natura* (61,3%) em relação à submetida a queima (66,9%), o que está relacionado à perda de umidade provocada pelo aquecimento. Os teores de fibra em detergente neutro (53,5% *in natura* e 58,4% queimada) e em detergente ácido (22,9 e 34,7%, respectivamente) foram elevados na macambira submetida à queima. Para a degradabilidade *in situ* houve redução nos valores de degradação potencial (DP) e efetiva (DE) pelo processo de queima, além de redução nas frações solúvel (a) e potencialmente degradável (b). A ação da queima à macambira promove aumento dos constituintes da parede celular e reduz à cinética de degradação da MS, PB e FDN, porém com potencial de melhoria da qualidade da fibra, quanto à degradação potencial deste constituinte. Assim, não se indica a realização da queima da macambira antes do fornecimento aos animais visando melhoria no valor nutritivo.

**Palavras-Chave:** cactáceas; composição química; degradação.

**ABSTRACT** – This study aimed to assess the nutritional value and the kinetics of *in situ* ruminal degradation of the rhizome of macambira fresh or subjected to burning by fire. We determined the dry matter (DM), and DM basis, the crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), mineral matter (MM), ether extract (EE), gross energy (GE), hemicellulose (HEM), cellulose (CEL), lignin (LIG) and *in situ* degradability of DM, CP and NDF in the times 6, 24 and 72 hours. The DM content of macambira fresh (61.3%) was lower compared to burned macambira (66.9%) due to loss of moisture caused by heating. The fiber neutral detergent (53.5% fresh and 58.4% burned) and acid detergent (22.9 and 34.7%, respectively) were higher in macambira subjected to burning. For the *in situ* degradability decreased the values of potential degradation (PD) and effective (DE) when treatment with fire, and reduction in soluble fractions (a) and potentially degradable (b). The action of burning the macambira promotes increased cell wall constituents and reduces the degradation kinetics of DM, CP and NDF, but with potential for improving the quality of the fiber, as the potential degradation of this constituent. So, do not indicate the completion of burning macambira before the animal feeding for improvement in nutritional value.

**Keywords:** cactus; chemical composition; degradation.

---

<sup>1</sup>Autor para correspondência: E-mail: bruno.spg@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

A produção e manutenção de animais em sistemas de pastagens são prejudicadas pelo período da seca, época de déficits de alimentos em quantidade e qualidade, resultando em baixo desempenho animal e na busca de suplementação com alimentos alternativos como restos de culturas agrícolas, resíduos de agroindústrias e forrageiras nativas, com destaque para cactáceas, abundantes em algumas sub-regiões do Nordeste. No entanto, a utilização de algumas dessas espécies, deve ser associada a alimentos com maior valor nutritivo, evitando assim o déficit de nutrientes na dieta (Silva et al., 2010).

Dentre as espécies cactáceas nativas, a macambira (*Bromelia laciniosa*) surge como uma alternativa para alimentação dos animais na época seca do ano. Segundo Barbosa (1998), a espécie possui 14,44% de matéria seca, 4,99% de proteína bruta e 28,81% de fibra bruta. Não são relatados dados referentes ao valor energético, os teores de fibra em detergente neutro e as características de aproveitamento ruminal, o que torna importante estudo sobre o valor nutritivo dessa forrageira.

A macambira está presente nas áreas secas do Nordeste, desde a Bahia até o Piauí. Tem raízes finas, caule de forma cilíndrica e folhas distribuídas em torno do caule, rizomas e raízes, muito ramificadas, as folhas fornecem fibras e os rizomas contêm grandes reservas de água e são amiláceos (Farias et al., 2011). Seu uso na alimentação de ruminantes dá-se nas formas *in natura* ou queimada, sendo que nesta última, o potencial de aceitabilidade da forrageira pelos animais aumenta além de excluir da folha os espinhos, facilitando-se assim, o consumo pelos mesmos.

O uso do fogo na queima de cactáceas nativas tem sido adotado por produtores da região nordeste, visando melhora no consumo dos animais com a retirada dos espinhos, além de possível melhoria no valor nutritivo, porém sem dados científicos validados. Em áreas de queima, a ação do fogo pode reduzir espécies forrageiras de alto valor nutritivo, além de não ser justificada quando se considera o baixo ganho de peso animal obtido nessas áreas (Silva et al., 2013)

Assim, a pesquisa foi conduzida com o objetivo de avaliar o valor nutritivo da macambira *in natura* e queimada, quanto à composição bromatológica e degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro.

## MATERIAL E MÉTODOS

A macambira foi coletada na Fazenda Irapuá, localizada no município de Castelo no Piauí, em área de pastagem nativa, do bioma Caatinga, sob duas formas: *in natura* e queimada. Realizou-se o processo de queima fazendo-se uso de resíduos arbóreos e/ou resto de culturas de pastagens como combustível, com aplicação de fogo brando por 15 a 20 min. Em ambos os tratamentos, descartou-se a parte aérea da macambira e utilizou-se apenas a raiz, sendo trituradas em forrageira a partículas de 2,5 a 3,0 cm.

Em seguida, as amostras foram levadas ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, onde realizaram-se análises da composição química e ensaio de degradação *in situ*. As amostras foram pesadas frescas e submetidas ao processo de pré-secagem em estufa com circulação forçada de ar a  $55 \pm 5$  °C, por 72 horas, em seguida, foram moídas em moinho tipo Willey com peneira de malha com crivos de 2,0 mm de diâmetro e conservadas em sacos plásticos fechados, devidamente identificados para posteriores análises laboratoriais.

Foram determinados os teores de matéria seca (MS) e, com base na MS, o de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) e lignina (LIG), segundo metodologias descritas por AOAC (2012); fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) pelo método de Van Soest; Robertson; Lewis (1991); Estimaram-se os teores de hemicelulose pela fórmula  $HCEL = FDN - FDA$  e celulose pela fórmula  $CEL = FDA - lignina - cinza insolúvel em detergente ácido$  (Van Soest; Robertson; Lewis, 1991).

Para avaliação da degradabilidade *in situ* da MS, PB e FDN, foram utilizados sacos de náilon com dimensões 12 x 8 cm e porosidade 50  $\mu$ m (Ørskov & McDonald, 1979), contendo 4 g de amostra, de acordo com relação de 42 mg/cm<sup>2</sup> adotada por Campos et al. (2011) e incubados no rúmen de um bovino fistulado nos tempos 6, 24 e 72 h (NRC, 2001) em ordem decrescente de tempo, proporcionando-se retirada de todos os sacos simultaneamente do ambiente ruminal. Durante o período experimental, incluindo o período de adaptação de sete dias, forneceu-se dieta total para manutenção, segundo o NRC (2001). A dieta foi composta por 80% de volumoso e 20% de concentrado (Tabela 1) e fornecida em duas refeições (às 8 e 16 h), além de mistura mineral e água à vontade.

Tabela 1. Composição centesimal e química da dieta fornecida ao bovino fistulado para o ensaio de degradabilidade *in situ*.

<i>Composição centesimal</i>	
Ingrediente	% na dieta, com base na MS
Capim-elefante	80,0
Milho em grão	2,3
Farelo de soja	6,4
Vagem de feveira	10,8
Uréia	0,5
<i>Composição Química</i>	
Matéria seca (MS, em % da MN)	74,6
<i>Com base na MS</i>	
Proteína bruta	10,0
Nutrientes digestíveis totais <sup>1</sup>	59,0
Fibra em detergente neutro	64,0
Fibra em detergente ácido	41,0

<sup>1</sup>Valor corrigido para cinzas insolúveis em detergente neutro.

Foram estimados os parâmetros de degradação *in situ* (*a*, *b* e *c*) e a degradabilidade potencial da MS, PB e FDN, pelo modelo proposto por Sampaio (1988), a partir de simplificação do modelo exponencial de Ørskov & McDonald (1979):  $DP = A - B \cdot e^{-c \cdot t}$ , sendo, DP = porcentagem real do nutriente degradado após *t* horas de incubação no rúmen; A = potencial máximo de degradação do material no saco de náilon (assíntota); B = fração potencialmente degradável do material que permanece no saco de náilon após o tempo zero; c = taxa de degradação da fração remanescente no saco de náilon após tempo zero; t = tempo de incubação.

Estimou-se a degradabilidade efetiva (DE) da MS, PB e FDN no rúmen considerando-se as taxas de passagem 2, 5 e 8%/h (AFRC, 1993), pela equação proposta por Ørskov e McDonald (1979),  $DE = a + [(b \cdot c) / (c + k)]$ , sendo, DE = degradação efetiva; a = fração solúvel, rapidamente degradada; b = fração insolúvel, lentamente degradada; c = taxa fracional de degradação de b; k = taxa de passagem.

Para avaliação da degradação, foi realizada estatística descritiva para média, segundo o PROC MEANS do SAS (2000). Os parâmetros *a*, *b* e *c* e as curvas de degradação *in situ* foram obtidos segundo a equação exponencial, proposta por Ørskov e McDonald (1979) e determinados segundo o método de Gauss-Newton por meio do PROC NLIN do SAS (2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de queima da macambira resultou em aumento ( $P < 0,05$ ) dos teores de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e celulose, com redução nos teores de matéria mineral (MM), hemicelulose e energia bruta (EB), sem diferenças nos demais parâmetros (Tabela 2). O menor teor de MS obtido

para a macambira queimada está relacionado aplicação do fogo na área, havendo-se assim, aumento da temperatura, resultando em solubilidade de carboidratos solúveis, bem como na evaporação da água que se encontra na forma livre e participa da constituição natural das células da planta, sendo esta, facilmente perdida na presença de elevadas temperaturas.

Os teores de proteína bruta obtidos para a macambira *in natura* e queimada,  $2,9 \pm 0,1$  e  $2,3 \pm 0,6\%$ , respectivamente, não atende as exigências mínimas preconizadas por Van Soest (1994) para animais em manutenção, as quais devem ser de 6,0 a 8,0% PB, porém deve-se considerar a solubilidade e disponibilidade dessa fração, a qual demonstrou elevada degradação potencial (Tabela 3) indicando boa possibilidade de aproveitamento pela microbiota ruminal. Nesse sentido, sua utilização na alimentação de ruminantes, associada com fontes proteicas, como leguminosas nativas, pode ser indicada em períodos de déficit alimentar.

O aumento da FDN com aplicação do fogo na macambira pode estar relacionado com a solubilidade dos carboidratos solúveis, além de sua associação com componentes da parede celular, porém, nas duas formas de macambira estudadas o valor obtido para FDN manteve-se próximo aos 60% na MS recomendado por Berchielli et al. (2006) e Van Soest (1994) para dietas ou alimentos utilizados para ruminantes com menores restrições de consumo quando da utilização em dietas para esses animais.

Quanto ao teor de FDA, houve aumento desse componente com a queima da macambira ( $22,9 \pm 2,1$  e  $34,7 \pm 5,1\%$  FDA), indicando uma maior proporção de complexos ligno-celulósicos e disponibilidade reduzida de parte da fração fibrosa para a microbiota ruminal. A fração FDA é

inversamente relacionada com a digestibilidade da MS, assim valores elevados indicam teores de componentes lentamente degradáveis em excesso, o

que deve ser considerado na formulação de dietas com inclusão desses alimentos ou de sua utilização de forma exclusiva (Fernandes et al., 2013).

Tabela 2. Composição química e valor energético da macambira *in natura* ou submetida a tratamento com fogo.

Parâmetros	Macambira <i>in natura</i>	Macambira queimada
Matéria seca (MS, em % MN)	<sup>a</sup> 61,3±1,2	<sup>b</sup> 66,9±1,7
% MS		
Proteína bruta	<sup>a</sup> 2,9±0,1	<sup>a</sup> 2,3±0,6
Extrato etéreo	<sup>a</sup> 0,6±0,1	<sup>a</sup> 0,6±0,1
Matéria mineral	<sup>a</sup> 5,2±0,2	<sup>b</sup> 3,9±0,1
Fibra em detergente neutro*	<sup>b</sup> 53,5±0,4	<sup>a</sup> 58,4±0,1
Fibra em detergente ácido	<sup>b</sup> 22,9±2,1	<sup>a</sup> 34,7±5,1
Hemicelulose	<sup>a</sup> 30,6±1,7	<sup>b</sup> 23,7±0,1
Celulose	<sup>b</sup> 17,0±2,6	<sup>a</sup> 26,8±3,9
Lignina	<sup>a</sup> 3,9±0,7	<sup>a</sup> 5,9±1,2
Energia bruta (kcal/kgMS)	3.673,00±14,7	3.456,40±583,4

\*Corrigida para cinza insolúvel em detergente neutro.

Na Tabela 3 são apresentados os valores para os parâmetros de degradação, degradabilidade potencial e degradabilidade efetiva macambira *in natura* ou queimada. A fração *a* da MS e PB reduziu com a queima da macambira, havendo uma menor fração lentamente degradável (*b*), com maior taxa de degradação (*c*). A redução da fração *a* da MS e PB relaciona-se a queima com aumento da diluição dos constituintes resultante do processo de queima, além de desnaturação de parte da proteína presente na forrageira, com aumento da ligação da fração fibrosa, o que resulta em redução da fração potencialmente degradável (*b*) em ambos os constituintes.

Resultados superiores para fração potencialmente degradável da MS foram obtidos por Muniz et al. (2011) para palma forrageira *in natura* (50,16), além de maior taxa de degradação *c*, com médias de 8,19 %/h<sup>-1</sup>. Para o feno de palma forrageira, avaliado por Carvalho et al. (2006), os valores obtidos para fração *b* (66,47) e *c* (10,47) mostraram-se superiores para avaliações *in natura*, inferido no efeito positivo da temperatura sobre o aproveitamento dos constituintes pelos microrganismos ruminiais, diferente do observado nesse trabalho, com redução nessas frações da MS quando do tratamento pelo fogo, associada a temperatura no momento da queima e consequente redução dos componentes solúveis da planta.

Para os parâmetros de degradação da FDN, a elevação do teor desse constituinte na macambira queimada resultou em efeito negativo na degradação desta fração fibrosa, com elevação da fração *a* de 10,6 para 17,6%, e redução da fração *b* de 68,8 para 28,4%, respectivamente para macambira *in natura* e queimada. Esse efeito

demostra que a queima, reduz a disponibilidade da fração fibrosa para a degradação ruminal, reduzindo a qualidade da fibra em relação à da macambira *in natura*. Os resultados obtidos para macambira *in natura*, superam os obtidos por Carvalho et al. (2006) para feno de palma forrageira com 32,73% para fração *b*.

A degradação potencial (DP) e degradação efetiva (DE) da MS, PB e FDN reduziram com a queima da macambira. Com o aumento da taxa de passagem (2, 5 e 8%/h), a da macambira *in natura* ou queimada diminuiu, o que está relacionada à menor permanência deste no trato digestório e tempo para a ação dos microrganismos ruminiais sobre as partículas do alimento (Berchielli et al., 2006). Os valores de degradação potencial para MS, PB estão abaixo dos encontrados para feno de palma forrageira por Carvalho et al. (2006), 80,56 e 94,17 respectivamente, porém com valores elevados em relação a DP da FDN.

As reduções nos valores das degradações potencial e efetiva da FDN relacionam-se diretamente com o aumento da fração FDA após a queima do alimento, composta basicamente por componentes lignocelulósicos de baixa degradação (Tabela 2). Esse resultados foram semelhantes aos obtidos por Muniz et al. (2012) para palma forrageira com 39,6; 24,0 e 17,2% para DE a 2, 5 e 8% respectivamente. De acordo com Casali et al. (2008) a DE reflete a quantidade de alimento degradado no rúmen, o que pode inibir o crescimento microbiano em situação de baixa disponibilidade de nutrientes, principalmente energia oriunda dos carboidratos da fração fibrosa.

Tabela 3. Degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro da macambira *in natura* e queimada.

Parâmetros*	Macambira <i>in natura</i>	Macambira queimada
<i>Matéria seca</i>		
<i>a</i>	44,7	43,5
<i>b</i>	31,9	21,1
<i>c</i>	1,60	4,0
Degradação potencial (%)	65,9	63,3
Degradação efetiva 2%/h	59,1	57,6
5%/h	52,6	52,9
8%/h	50,1	50,6
R <sup>2</sup>	99,92	81,98
<i>Proteína bruta</i>		
<i>a</i>	72,1	61,2
<i>b</i>	19,1	15,2
<i>c</i>	2,1	6,6
Degradação potencial (%)	86,8	76,2
Degradação efetiva 2%/h	81,9	72,8
5%/h	77,8	69,8
8%/h	76,1	68,0
R <sup>2</sup>	91,16	85,42
<i>Fibra em detergente neutro</i>		
<i>a</i>	10,6	17,6
<i>b</i>	68,8	28,4
<i>c</i>	1,3	3,3
Degradação potencial (%)	49,6	42,7
Degradação efetiva 2%/h	37,9	35,2
5%/h	24,9	28,8
8%/h	20,3	25,9
R <sup>2</sup>	87,65	79,01

\**a* = fração solúvel ou rapidamente degradável (%); *b* = fração insolúvel ou lentamente degradável (%); *c* = taxa de degradação de *b* (%/h).

## CONCLUSÕES

A ação da queima da macambira promove aumento dos constituintes da parede celular e reduz à cinética de degradação da MS, PB e FDN, porém com potencial de melhoria da qualidade da fibra, quanto à degradação potencial deste constituinte. Assim, não se indica a realização da queima da macambira antes do fornecimento aos animais visando melhoria no valor nutritivo.

## REFERÊNCIAS

Agricultural And Food Research Council – AFRC. *Energy and protein requirements of ruminants*. Wallingford, UK: CAB International, 1993. 159p.

Association Of Analytical Communities – AOAC International. *Official methods of analysis of AOAC international*, 19<sup>th</sup> ed., Gaithersburg, MD, USA: Association of Analytical Communities, 2012. 2610p.

Barbosa, H.P. *Tabela de composição de alimentos do Estado da Paraíba: setor agropecuário*. 2.ed. João Pessoa: UFPB, 1998. 221p.

Berchielli, T.T., Alexandre, V.P., Oliveira, S.G. (Eds.) *Nutrição de ruminantes*. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 583p.

Campos, M.M.; Borges, A.L.C.C.; Lopes, F.C.F. et al. Degradabilidade *in situ* da cana-de-açúcar tratada ou não com óxido de cálcio, em novilhas leiteiras Holandês x Gir. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.63, n.6, p.1487-1492, 2011

Carvalho, G.G.P.; Pires, A.J.V.; Veloso, C.M. et al. Degradabilidade ruminal do feno de alguns alimentos volumosos para ruminantes. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.58, n.4, p.575-580, 2006.

Casali, A.E.; Detmann, E. Valadares Filho, S.C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.2, p.335-342, 2008.

Farias, N.S.; Cavalcanti, M.T.; Eller, S.C.W.S. et al. Elaboração de biscoitos tipo cookie enriquecido com macambira (*bromélia laciniosa*). *Revista Verde*, v.6, n.4, p.50-57, 2011.

Fernandes, D.P.F.; Vieira, P.F.; Ribeiro, C.B.S. Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes em ovinos alimentados com dietas contendo diferentes quantidades de farelo de linhaça. *Comunicata Scientiae*, v.4, n.1, p.58-66, 2013.

Muniz, E.B.; Muzubuti, I.Y.; Pereira, E.S. et al. Cinética de degradação ruminal de carboidratos de volumosos secos e aquosos. *Semina: Ciências Agrárias*, v.32, n.3, p.1191-1200, 2011

Muniz, E.B.; Muzubuti, I.Y.; Pereira, E.S. et al. Cinética ruminal da fração fibrosa de volumosos para ruminantes. *Revista Ciência Agronômica*, v.43, n.3, p.604-610, 2012.

NRC-National Research Council. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7th.ed. Washington: National Academy Press, 2001. 381p.

Ørskov, E.R.; McDonald, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science*, v.92, p.499-503, 1979.

Sampaio, I.B.M. *Experimental designs and modeling techniques in the study of roughage degradation in rumen and growth of ruminants*. Reading: University of Reading, 1988. 214p. Tese (Doctor in Physiology) – University of Reading, 1988.

SAS, 2000. *Statistical Analysis Systems User's Guide*. Statistics Version 8. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 2000.

Silva, J.G.M.; Lima, G.F.C.; Rêgo, M.M.T. Cactáceas Nativas na Alimentação de Ruminantes. *Revista Científica de Produção Animal*, v.15, n.1, p.53-62, 2013.

Silva, J.G.M.; Lima, G.F.C.; Paz, L.G. et al. Utilização de Cactáceas Nativas Associadas à Silagem de Sorgo na Alimentação de Bovinos. *Revista Eletrônica Científica Centauro*, v.1, n.1, p.1-9, 2010.

Van Soest, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Cornell: Cornell University, 1994. 476p.

Van Soest, P.J.; Robertson, J.B.; Lewis, B.A. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *Journal of Dairy Science*, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.