

## DIGESTIBILIDADE DO CAPIM PIATÃ ASSOCIADO A DIFERENTES FONTES DE CARBOIDRATOS PELA TÉCNICA DE PRODUÇÃO DE GÁS

Gisela Silva Soares<sup>1</sup>  
 Marinaldo Divino Ribeiro<sup>2</sup>  
 Janaína Januário<sup>3</sup>  
 Rosemary Lais Galati<sup>4</sup>  
 Arthur Behling Neto<sup>5</sup>  
 Heloísa Adélia Stefanoni de Simoni<sup>6</sup>

### RESUMO

Objetivou-se com o presente trabalho determinar a digestibilidade do capim *Brachiaria brizantha* cv. Piatã associado a fontes de amido pela técnica de produção de gás *in vitro*. Os tratamentos consistiram de capim Piatã associado a fontes de alto (maizena, milho moído e farinha de mandioca), médio (farelo de arroz e farelo de trigo) e baixo amido (polpa cítrica). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com sete tratamentos e seis repetições. Para medir a digestibilidade utilizou-se a técnica da produção de gás *in vitro*, com medidas de pressão (psi) tomadas nos tempos de 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 34, 48, 62, 72 e 96h após a incubação do material. A maior digestibilidade do capim piatã apresentou-se nas associações com fontes de alto amido, principalmente, milho moído e farinha de mandioca sendo que apresentaram menor produção de gás, durante as fermentações *in vitro* por 96 horas. Os resultados sugerem que a inclusão, principalmente, da farinha de mandioca promove aumento da digestibilidade e degradabilidade ruminal. Reforçam ainda, efeitos associativos entre carboidratos prontamente fermentáveis e aqueles degradáveis mais lentamente, Moreira et al., 2009. Portanto, pode-se adotar farinha de mandioca e polpa cítrica que permitirá aumentar eficiência no uso de nutrientes pelo animal e economia na alimentação a partir da utilização de fontes alternativas.

**Palavras-chave:** amido, dieta animal, forragem, gramínea

### ABSTRACT

The objective of this work to determine the digestibility of *Brachiaria brizantha* cv. Piatã starch sources associated with the technique of *in vitro* gas production. Treatments consisted of grass Piatã sources associated with high (cornstarch, corn and cassava flour), medium (rice bran and wheat bran) and low starch content (citrus pulp). The experimental design was completely randomized design with seven treatments and six replications. To measure the digestibility used the technique of *in vitro* gas production, with measurements of pressure (psi) taken during 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 34, 48, 62, 72 and 96h after incubation of the material. The high digestibility of grass Piatã presented in association with sources of high starch, mainly, corn and cassava flour and had lower gas production during fermentation *in vitro* for 96 hours. The results suggest that the inclusion, especially of cassava flour promotes increased digestibility and degradability. Strengthen further associative effects between readily fermentable carbohydrate and degradable ones more slowly, Moreira et al., 2009. Therefore, we can adopt cassava flour and citrus pulp

---

<sup>1</sup> Mestranda em Ciências Florestais e Ambientais –FENF/UFMT  
<sup>2</sup> Professor Adjunto do DZER/UFMT  
<sup>3</sup> Professora Adjunta do DZER/UFMT  
<sup>4</sup> Professora Adjuna do DZER/UFMT  
<sup>5</sup> Mestrando em Ciência Animal FAMEV/UFMT  
<sup>6</sup> Bolsista CNPq-FAMEV/UFMT

would increase efficiency in nutrient use by the animal feeding and economy from the use of alternative sources.

**Keywords:** starch, animal diet, forage, grass

[Ver dicionário detalhado](#)

## INTRODUÇÃO

A pecuária bovina brasileira detém o maior rebanho comercial do globo, com cerca de 204 milhões de cabeças, sendo que mais de 70% deste rebanho está envolvido diretamente no processo de produção de carne. Mato Grosso o principal estado em volume de abate, atingi o índice de 13,6% de toda produção nacional, seguido pelo estado de São Paulo e Mato Grosso do Sul com 13,3 e 12,2%, respectivamente (IBGE, 2010).

A pecuária brasileira se apresenta como uma das atividades econômicas de maior importância, assim, espera-se que cada vez mais sejam direcionadas pesquisas para a utilização de todos os recursos alimentares disponíveis, visando reduzir custos de produção dos produtos de origem animal (carne, leite). E para que os animais expressem todo o seu potencial genético o requerimento nutricional no que se refere às demandas energéticas e protéicas, não pode ser suprido apenas com alimento volumoso, a eficiência alimentar apresenta melhorias quando se considera bovinos de diferentes pesos, alimentados com rações contendo proporções variáveis de alimentos volumosos e concentrados.

As combinações de alimentos influenciam na digestibilidade, o que pode ter importância no valor nutritivo, como o efeito associativo positivo e negativo na digestão de carboidratos estruturais. A digestibilidade da fibra das rações é reduzida quando suplementada com cereais devido à preferência da digestão dos carboidratos solúveis ou amido por parte das bactérias do rúmen (Faturi et al., 2006).

A digestibilidade não é uma medida igualmente útil para todos os nutrientes, por exemplo, não se determina a digestibilidade dos minerais e vitaminas. Apesar dessas variações, esta fornece medidas satisfatórias do valor nutritivo, o que subsidia informações a respeito da alimentação animal e permite o estabelecimento de dietas adequadamente formuladas para atender o ganho de peso animal desejado.

Objetivou-se com este experimento avaliar a digestibilidade do feno de capim *Brachiaria brizantha* cv. Piatã associado a fontes de alto, médio e baixo amido pela técnica de produção de gás *in vitro*.

### Material e Métodos

O estudo foi realizado em duas etapas, a primeira com a produção do feno de *Brachiaria brizantha* cv. Piatã no Campo Agrostológico de Forragicultura do Curso de Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso, campus Rondonópolis e a segunda etapa com o estudo *in vitro*, desenvolvido no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Mato Grosso, campus Cuiabá, entre os meses de Junho a Setembro de 2009.

Em fevereiro de 2009 foi realizado o plantio do capim-piatã com espaçamento entre linhas de 20cm, em área total de 1200m<sup>2</sup>, e a aplicação de 50 kg/ha de KCl. Decorridos trinta dias realizou-se a adubação nitrogenada com 50kg/ha de Uréia e, no mês subsequente procedeu o primeiro corte do capim, sendo este desidratado ao sol por quatro dias e posteriormente, moído com peneira de 1mm.

A segunda etapa do experimento iniciada a partir da coleta do líquido ruminal de ovinos da raça Santa Inês, castrados, canulados no rúmen, peso médio de 25kg, que se encontravam alojados em baias individuais, alimentados com feno de capim e 4% de suplemento (36% PB). Antes do início do experimento, estes foram pesados e vermifugados.

As incubações *in vitro*, pela técnica de produção de gás, foram realizadas em frascos de vidro âmbar com capacidade de 100 mL, contendo aproximadamente 200mg de MS do capim moído, adicionado de 50mg de diferentes fontes de carboidratos que foram classificados como fontes de alto, médio e baixo amido. Foram estudados sete tratamentos: controle - capim piatã; capim + maizena; capim + milho moído; capim + farinha de mandioca; capim + farelo de arroz; capim + farelo de trigo e capim + polpa cítrica.

Para a produção de gás *in vitro* foram utilizadas as soluções tampão, de macro e de micro elementos de Menke e Steingass (1988). Confeccionou-se o meio que foi mantido em banho-maria a 39° C, sob fluxo de CO<sub>2</sub> e adicionou-se a ele a solução redutora previamente preparada (FUKUSHIMA et al., 2003). O líquido ruminal, colhido

pela manhã de vários lugares do rúmen, foi filtrado em peneira, acondicionado em garrafa térmica com fechamento hermético, e transportado para o Laboratório de Nutrição Animal, onde foi filtrado em tecido de algodão e misturado ao meio na proporção de 1:2 (v/v), vindo a compor o inóculo. Cada frasco recebeu 30mL do inóculo e, imediatamente, foram lacrados com tampa de borracha e anilhas de alumínio. Os frascos incubados foram mantidos em banho-maria a 39°C e agitados manualmente. Mediu-se as pressões no interior dos frascos nos tempos 2; 4; 6; 8; 10; 12; 24; 34; 48; 62; 72 e 96 horas, registrando-se as pressões lidas em *psi* (pressão por polegada quadrada) pelo transdutor Datalogger Pressure PressDATA 800. As leituras realizadas em *psi* foram convertidas para mL, conforme curva padrão obtendo-se coeficiente “b” da equação linear ( $Y = a \pm bx$ ), que possibilitou a correção e transformação dos dados lidos, em volume de gás produzido em função da pressão barométrica do dia. Para descontar o volume de gás oriundo do líquido de rúmen e da solução tampão, frascos foram incubados sem amostra (branco); dessa forma, para cada tempo de leitura, o volume de gás dos frascos com amostra foi subtraído o volume de gás sem amostra. Com o somatório do volume de gás para cada tempo de leitura, puderam ser estabelecidas as curvas de produção cumulativa dos gases. A partir destas curvas, as taxas de digestão foram estimadas conforme Pell e Scholfield (1993).

Foram determinados os teores de: matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB) (AOAC, 1995). Também foram determinados os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), além da estimativa de NDT para melhor caracterizar os aditivos.

As análises estatísticas foram conduzidas segundo um delineamento inteiramente casualizado, conforme o modelo:  $Y_{ij} = \mu + T_i + E_{(ij)}$ , em que  $\mu$  = constante geral;  $T_i$  = efeito relativo ao tratamento ou adição da fonte de carboidrato  $i$ , sendo  $i$  = milho, milho, milho, farinha de mandioca, farelo de arroz, farelo de trigo, polpa cítrica;  $E_{(ij)}$  = erro aleatório associado a cada observação. Os coeficientes da taxa de degradação foram obtidos utilizando-se o programa Sistema de Análises Estatísticas – SAEG, versão 5.0.

As comparações entre média foram realizadas pelo agrupamento do teste de SCOTT e KNOTT (1974), adotando-se  $P > 0,01$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise bromatológica (Tabela 1) dos alimentos demonstra que em relação à matéria seca não houve muita variância, 89,87% a 93,95%. Peixoto et al. (1995) encontrou valores acima de 8% de proteína bruta para o capim-piatã o que se aproxima do valor encontrado de 7,97%.

**Tabela 1.** Resultados da análise bromatológica dos diferentes substratos utilizados

Substratos	S (%)	MS %						
		M	B	E	DN	DA	IDN	IDA
Capim piatã	2,42	,40	,87	,88	4,16	7,84	,75	,59
Maisena	0,08	,33	,88	,39	6,77	d*	d*	d*
Milho moído	9,87	,2	,19	2,41	0,85	d*	,74	d*
Farinha de mandioca	2,79	,71	,37	,97	d*	d*	d*	d*
Farelo de Arroz	3,95	1,16	3,12	5,28	6,18	8,74	,25	,29
Farelo de Trigo	1,40	,2	7,48	2,86	0,45	4,69	,66	,5
Polpa cítrica	1,33	,9	,75	0,22	0,77	14,06	,59	,49

\*nd: valor não determinado

A determinação de matéria mineral para o substrato farelo de arroz (Tabela 1) se aproxima do encontrado por DORS et al. (2009), entre 12,4 a 14,3%, com a ressalva de que no experimento destes autores obtiveram um aumento proveniente, provavelmente, de uma pequena porção de casca junto ao farelo que contribui no teor de sílica presente na casca e/ou da variável umidade avaliada. Não foi possível a determinação do teor médio percentual de fibra bruta (FDN) para farinha de mandioca no experimento, mas na literatura encontra-se forte variação dos teores dependendo,

principalmente, da cultivar, da idade da planta, da concentração da matéria seca da matéria prima, Saito et al., (2006).

**Tabela 2** – Estimativa da digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO, %), energia metabolizável (EM, Mcal/kg de MS), nutrientes digestíveis totais (NDT, %), taxa de degradação dos carboidratos não fibrosos (CNFt, em h<sup>-1</sup>) e taxa de degradação dos carboidratos fibrosos (CFt, em %/h)

Parâmetro	C	C + MI	C + MZ	C + MD	C + FA	C + FT	C + PC
DIV	5	5	5	5	5	5	57,02
MO	3,97 b	7,98 ab	7,45 ab	8,58 a	3,33 b	5,17 b	ab
EM	1,92 a	2,07 a	2,05 a	2,09 a	1,90 a	1,96 a	2,03 a
NDT	5	5	5	5	5	5	56,22
T	3,11 b	7,19 a	6,79 a	7,88 a	2,42 a	4,21 a	ab
CNFt	0,20 a	0,12 b	0,06 b	0,12 b	0,14 b	0,12 b	0,11 b
CFt	1,09 c	1,36 b	1,18 b	1,36 a	1,25 b	1,07 b	1,05 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05);

C= Capim, C + MI= Capim + Milho, C + MZ= Capim + Maizena, C + MD= Capim + Mandioca, C + FA= Capim + Farelo de arroz, C + FT=Capim + Farelo de trigo, C + PC= Capim + Polpa cítrica.

Houve diferença na digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) e nutrientes digestíveis totais (NDT) entre os tratamentos, tabela 2. A DIVMO do capim piatã foi de 53,97%, enquanto que com a adição de fontes de alto amido, principalmente, milho moído e farinha de mandioca, o valor aumentou (P<0,05) pelo menos 6%. A maior

digestibilidade das dietas com adição de milho moído e farinha de mandioca pode ser atribuída à maior taxa de degradação ruminal destes comparados com os demais aditivos (Tabela 3). A polpa de citros, caracterizada pela alta quantidade de pectina também melhorou ( $P < 0,05$ ) a DIVMO (57,02%) do Piatã.

A digestibilidade observada no presente estudo do capim piatã em 96h de 53,97% foi semelhante à demonstrada por Euclides, et al. (2009) de 58,3% em 48h, no entanto, a menor porcentagem pode ter ocorrido pelo maior tempo de digestão na qual a eficiência fermentativa das bactérias ruminais pode ser reduzida, diminuindo a digestão.

A EM, tabela 2, variou ( $P > 0,05$ ) de 1,90 a 2,09 Mcal/kg MS, sendo 1,92 a concentração energética para o Piatã, e 2,07 Mcal/kg de MS a média para o capim adicionado das fontes de alto amido.

Menke e Steingass (1988) relatam que há forte correlação entre energia metabolizável produzida (EM) com os valores medidos a partir de 24h na produção de gás *in vitro* e a composição química dos alimentos que reflete a taxa das frações solúveis e insolúveis. A técnica de produção de gás considera a conversão de todas as principais fontes ricas em energia metabolizável como monossacarídeos, polissacarídeos, pectinas, amido, celulose e hemicelulose, em  $\text{CO}_2$  e  $\text{CH}_4$ , (Barcelos et al., 2001).

Os tratamentos que mais disponibilizaram nutrientes da fração CFt, como mostra a tabela 2, foram os adicionados fontes de alto amido, principalmente, farinha de mandioca, provavelmente, devido à grande quantidade de material potencialmente fermentável suscetível à ação das amilases em relação à CNF.

O amido da mandioca é muito eficiente na síntese de proteína microbiana, contribuindo para o aumento da degradabilidade (Martins et al., 2000). A fonte de baixo amido apresentou menor taxa de degradação, tabela 3, ocorrida em menor tempo de digestão, comparativamente com as demais fontes. Diferenças nos conteúdos dos nutrientes da polpa, à fonte, à variedade da fruta, tipo de operação para obtenção do resíduo, tamanho das partículas podem ser variações que geraram a menor taxa de degradação neste estudo, todavia, existem trabalhos que mostraram alta degradabilidade da matéria seca para a polpa cítrica no rúmen, sugerindo alto valor energético para bovinos (Goes et al., 2004).

**Tabela 3** – Taxa de degradação dos alimentos testados

Tratamento	V F1	VF2	C1	C2	L
C	9,37 d	43,8 3 a	0,20 a	0,01 09 c	9,40 a
C+MI	17,45 b	40,3 7 a	0,12 b	0,01 19 b	8,85 a
C+MZ	20,72 a	31,5 9 d	0,06 b	0,01 18 b	8,60 a
C+MD	17,83 b	34,0 5 c	0,12 b	0,01 36 a	8,35 a
C+FA	12,48 c	35,1 1 c	0,14 b	0,01 25 b	8,67 a
C+FT	12,97 c	37,8 2 b	0,12 b	0,01 07 b	7,19 b
C+PC	11,47 c	42,5 9 a	0,11 b	0,01 05 b	5,78 c
CV (%)	9,35	6,49	22,6 3	5,14	9,05

VF1= digestão inicial da fração prontamente solúvel, em %; VF2=digestão final da fração fermentável insolúvel, em %; C1= taxa de degradação da fração prontamente solúvel, em h<sup>-1</sup>; C2= taxa de degradação da fração fermentável insolúvel, em h<sup>-1</sup>; L= latência, em h<sup>-1</sup>; CV=coeficiente de variância, em %.

Smert et al. (1995) em um experimento utilizando milho e sorgo (degradação lenta) e mandioca, cevada e trigo (degradação rápida), concluíram que alimentos ricos em fibra podem apresentar maior taxa de degradação que alimentos com alto teor de amido. O tratamento capim + farinha de mandioca apresentou a maior taxa de degradação dos carboidratos de lenta degradação em menor tempo de digestão, tabela 3, o que promove maior consumo potencial por unidade de tempo.

A digestão da fração fermentável insolúvel mostrou-se semelhante (P>0,05) para os aditivos milho moído e polpa cítrica, tabela 3. Os resultados sugerem que a inclusão, principalmente, da farinha de mandioca promove aumento da digestibilidade e



degradabilidade ruminal. Reforçam ainda, efeitos associativos entre carboidratos prontamente fermentáveis e aqueles degradáveis mais lentamente, Moreira et al., 2009. Portanto, pode-se adotar farinha de mandioca e polpa cítrica que permitirá aumentar eficiência no uso de nutrientes pelo animal e economia na alimentação a partir da utilização de fontes alternativas.

## CONCLUSÃO

A digestibilidade do capim-piatã foi maior ( $P>0,05$ ) quando adicionada pelas fontes de alto amido, principalmente farinha de mandioca, e a fonte de baixo amido, polpa cítrica, sendo que a farinha de mandioca apresentou menor produção de gás, durante as fermentações *in vitro* por 96 horas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis. 16.ed. Washington, D.C.: 1995. 1015p.
- BARCELOS, A. F.; PAIVA, P. C. de A.; PERÉZ, J. R. O.; TEIXEIRA, J. C.; CARDOSO, R. M. Avaliação da casca e da polpa desidratada de café (*Coffea arabica* L.) pela técnica de degradabilidade *in vitro* de produção de gás. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.6, p.1829-1836, 2001.
- DORS, G. C.; PINTO, R. H.; BARDIALE-FURLONG, E. Influência das condições de parboilização na composição química do arroz. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.29, n.1, p.219-224, 2009.
- EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; VALLE, C. B. do; BARBOSA, R. A.; GONÇALVES, W. V. Produção de forragem e características da estrutura do dossel de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n. 12, 2009.
- FATURI, C.; EZEQUIEL, J. M. B.; FONTES, N. A.; STIAQUE, M. G.; CRUZ e SILVA, O. G. Fibra solúvel e amido como fontes de carboidratos para terminação de novilhos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.5, p.2110-2117, 2006.
- FUKUSHIMA, R. S.; WEIMER, P. J. e KUNZ, D.A. Use of photocatalytic reduction to hasten preparation of culture media for saccharolytic *Clostridium* species. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.34, p.22-26, 2003.
- GOES, R. H. T. B.; MANCIO, A. B.; VALADARES FILHO, S. C.; LANA, R. P. Degradação ruminal da matéria seca e proteína bruta, de alimentos concentrados utilizados como suplemento para novilhos. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.28, n.1, p.167-173, 2004.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br>> Acessado em 11 de março de 2010.
- MARTINS, A. S.; PRADO, I. N.; ZEOULA, L. M.; BRANCO, A. F.; NASCIMENTO, W. G. Digestibilidade aparente de dietas contendo milho ou casca de mandioca como

- fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte protéica em novilhas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.1, p.269-277, 2000.
- MENKE, K. H.; STEINGASS, H. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. **Animal Research Development**, v.28, n.1, p.7-55, 1988.
- MOREIRA, P. C.; REIS, R. B.; WASCHECK, R. C.; REZENDE, P. L. P.; MENDONÇA, A. C. e RASSI, L. F. Degradabilidade *in situ* das rações de vacas da raça holandês em lactação com substituição do milho por polpa cítrica. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, n.2, p.406-412, 2009.
- PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. **Nutrição de Bovinos - Conceitos Básicos e Aplicados**. Piracicaba, FEALQ, 1995.
- PELL, A. N.; SCHOLFIEL, P. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion *in vitro*. **Journal Dairy Science**, v.76, n.4, p.1063-1073, 1993.
- SAITO, I. M.; CABELLO, C. e FUKUSHIMA, R. S. Análise da fibra residual do farelo de mandioca após tratamento hidrotérmico. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu, v.2, p.1-11, 2006.
- SMET, A. M.; BOEVER, J.L.; BRABANDER, D. L. et al. Investigation of dry matter degradation and acidotic effect of some feedstuffs by means of in sacco and in vitro incubations. **Animal Feed Science and Technology**, v.51, n.1, p.297-315, 1995.