

Estimativa dos parâmetros de degradabilidade ruminal *in situ* de gramíneas do gênero *Urochloa* (*Brachiaria*) spp. submetidas a duas estratégias de pastejo

In situ ruminal degradability parameters of *Urochloa* (*Brachiaria*) spp. grass under two graze strategies

Antônio Gabriel Neves de Moura Richard¹
Breno Mourão de Sousa²
Helton Mattana Saturnino³
Ana Luiza Costa Cruz Borges³
Maria Clara de Moraes Pessoa¹

RESUMO

Com o objetivo de avaliar o valor nutritivo de gramíneas do gênero *Urochloa* (*Brachiaria*) spp. pastejadas em sistema de líder-seguidoras, três vacas mestiças em lactação, canulada no rúmen e suplementadas com 6,0 Kg/dia de matéria natural de concentrado, foram utilizadas em ensaios de degradabilidade ruminal *in situ*. Amostras de gramíneas foram obtidas por pastejo simulado, perfazendo os tratamentos desponta e repasse. As amostras foram pré-secas, moídas a 5mm e incubadas em bolsas de náilon nos tempos 0, 3, 6, 16, 24, 48 e 96 h. O delineamento utilizado foi o bloco ao acaso, em esquema de parcela subdividida. A degradabilidade potencial das amostras de desponta e repasse foi de 85,0 e 83,1% para matéria seca (MS), 92,3 e 90,3% para proteína bruta (PB) e 80,7 e 76,4% para fibra em detergente neutro (FDN), respectivamente, enquanto a taxa fracional de degradação foi de 4,43 e 4,15%/h para MS, 4,91 e 2,40%/h para PB e 4,09 e 4,03%/h para FDN. O experimento permitiu concluir que tanto as gramíneas pastejadas na estratégia de desponta quanto de repasse foram consideradas como de boa qualidade.

Palavras-chave: bovinos, valor nutricional, *Brachiaria*, *in situ*, nutrição.

¹ Graduando em Medicina Veterinária pelo Centro Universitário de Belo Horizonte – UNIBH. Autor para correspondência: E-mail: antoniogabrielrichard6@gmail.com

² Médico Veterinário, Professor Nível III. Doutor. Núcleo de Ciências Agrárias e Meio Ambiente, Centro Universitário de Belo Horizonte – UNIBH. Parte integrante da tese de doutorado do referido autor. E-mail: sousa.brenomourao@yahoo.com.br.

³ Médico Veterinário, Professor. Doutor. Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG.

ABSTRACT

This experiment was carried out to evaluate nutritive value of *Urochloa (Brachiaria)* spp. grass grazed under two feeding strategies: those cows were always the first to graze followed by cows that graze at second. Samples of grass, in both feeding strategies, were obtained by grazing simulation technique. The samples were dried and grounded (5mm) and incubated into nylon bag in three rumen caulated milking cows, grazing *Urochloa (Brachiaria)* grass and were fed with 6 Kg of concentrate daily, as fed, divided equally to the am and pm milking time. The incubation times were: 0, 3, 6, 16, 24, 48 and 96 hours. The experiment was random block design, with a split plot scheme. The potential degradability was 85,0 and 83,1% to dry matter (DM), 92,3 and 90,3% to crude protein (CP) and 80,7 and 76,4% to neutral detergent fiber (NDF) and the fractional degradation rate was 4,43 and 4,15/h to DM, 4,91 and 2,40%/h to CP and 4,09 and 4,03%/h to NDF, to first and second graze, respectively. It was concluded that both grass under two feeding strategies, first and second graze, can be classified as high nutritive value.

Keywords: *Brachiaria*, cattle, in situ, nutrition, forage quality.

INTRODUÇÃO

No Brasil, tem-se buscado intensificar cada vez mais os sistemas de produção de leite, como forma de melhorar a produtividade animal, aumentar a competitividade e a lucratividade do setor. Grande parte dessa produção é oriunda de sistemas baseados em pastagens, sendo que aproximadamente 80% do território nacional se encontra na faixa tropical, favorecendo a utilização de gramíneas tropicais como principal fonte de volumoso (Euclides et al., 1999). O conhecimento do valor nutricional dessas pastagens é fundamental para estimar o potencial de resposta de vacas em lactação à suplementação concentrada, assim como para a formulação de dietas mais eficientes e sustentáveis (Detmann et al., 2014).

O sistema de alimentação de ruminantes baseado unicamente na quantidade de alimentos fornecidos tem sido considerado inadequado há décadas. Nesse sentido, a cinética de degradação ruminal dos alimentos passou a ser um parâmetro essencial para se avaliar tanto a quantidade de nutrientes efetivamente disponível aos micro-organismos do retículo-rúmen quanto a fração que escapa à fermentação e chega ao intestino para ser utilizada pelo animal (Mehrez e Ørskov, 1977; Van Soest, 1994). Essa abordagem permite compreender melhor a utilização dos nutrientes, reduzindo perdas e aumentando a eficiência de conversão alimentar.

A técnica de degradabilidade ruminal *in situ* consolidou-se como uma das principais ferramentas para a caracterização de volumosos, especialmente em gramíneas tropicais, pela sua aplicabilidade prática e pela possibilidade de estimar parâmetros como a fração solúvel, a fração potencialmente degradável e a taxa de degradação (Nocek, 1988). Estudos recentes reforçam que, em sistemas intensivos, compreender a dinâmica de degradação da fibra é determinante não apenas para a performance animal, mas também para reduzir problemas metabólicos, otimizar o uso de suplementos e melhorar a sustentabilidade dos sistemas de produção (Detmann et al., 2014; Oliveira et al., 2021).

Diante desse contexto, o objetivo do presente trabalho foi estimar os parâmetros de degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca, proteína bruta e da fibra em detergente

neutro de gramíneas do gênero *Urochloa (Brachiaria)* spp., submetidas a estratégias de pastejo do tipo líderes-seguidores, ou seja, desponta e repasse.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido utilizando-se três vacas mestiças Holandês x Zebu, canuladas no rúmen, para fins de estimativas dos parâmetros de degradabilidade ruminal *in situ* de gramíneas do gênero *Urochloa (Brachiaria)* spp., obtidas por meio de pastejo simulado (Euclides et al., 1999). Foram avaliadas duas estratégias distintas de utilização da pastagem em sistema de pastejo rotacionado, caracterizando dois ensaios simultâneos: o primeiro referente à desponta, representado por vacas em lactação no primeiro acesso ao piquete (Dia 1 do pastejo), e o segundo referente ao repasse, representado por vacas em lactação em pastejo subsequente (Dia 2 do pastejo). Para cada estratégia de pastejo, foram realizadas coletas independentes de pastejo simulado, sendo o material proveniente da desponta e do repasse preparado separadamente, por meio de pré-secagem em estufa de ventilação forçada e moagem em peneira de 5 mm, constituindo assim os dois tratamentos experimentais. A composição bromatológica das amostras de desponta e repasse encontra-se apresentada na Tabela 1, servindo como referência para a interpretação dos parâmetros de degradabilidade.

Tabela 1: Composição bromatológica de material do pastejo simulado dos grupos experimentais do ensaio 1 e do experimento 2 (Desponta) e do ensaio 2 (Repasse) e do alimento concentrado utilizado como suplemento, e dados da dinâmica de degradação da matéria seca (MS) e da fibra detergente neutro (FDN) pela técnica da degradabilidade ruminal *in situ*

Nutrientes*	Desponta	Repasse
MS total, %	22,66	23,89
MO, %	93,42	93,77
PB, %	12,27	10,80
N, %	1,96	1,73
FDN, %	58,56	61,02
FDNn, %	57,77	60,42
NIDN, %	0,79	0,60
NDIN/Ntotal	0,40	0,35
NIDN/FDN	1,35	0,98
FDA, %	26,49	31,49
Celulose, %	29,00	29,28
Hemicelulose, %	31,28	28,93
Lignina, %	2,41	2,18
LIG/FDA	0,09	0,07
CNF, %	18,30	17,87
EE, %	5,08	4,68
CZ, %	6,58	6,23

* - MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; N: nitrogênio; FDN: fibra detergente neutro; FDNn: fibra detergente neutro corrigida para nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDN: nitrogênio insolúvel em detergente neutro; FDA: fibra detergente ácido; CNF: carboidrato não fibroso; EE: estrato etéreo; CZ: cinzas; DIVMS: digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca; DP: degradabilidade potencial “*in situ*”; Kd: taxa fracional de degradação.

As vacas canuladas, mantidas em pastagem mista de *Urochloa (Brachiaria) decumbens* e *Urochloa (Brachiaria) ruziziensis*, receberam suplementação diária de 6,0 kg de matéria natural (MN) de concentrado, formulado com 75,5% de fubá de milho, 22,5% de farelo de soja, 1% de ureia agrícola e 1% de calcário calcítico, fornecido em duas porções diárias, no momento da ordenha. Os animais tiveram livre acesso à água, em bebedouros de alvenaria.

As amostras de despona e repasse foram acondicionadas em sacos de náilon, previamente lacrados, e incubadas diretamente no rúmen nos tempos de 3, 6, 16, 24, 48 e 96 horas, tendo cada tempo, duas repetições de cada tipo de pastejo. Ao final de cada tempo de incubação, as bolsas foram retiradas, imersas em água fria e congeladas, interrompendo a fermentação. Ao final do experimento de campo, elas foram descongeladas à temperatura ambiente e homogeneizadas, para produzir uma única amostra, e pré-secas em estufa 60-65 °C por 72 h. Logo após, elas foram moídas em moinho estacionário Thomas-Willey modelo 4, usando peneira de abertura de malha de 5 mm, sendo posteriormente acondicionadas em recipientes plásticos, fechados e identificados. O material remanescente em cada tempo de incubação, bem como as amostras não incubadas (tempo zero), foi analisado quanto aos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), ambos pela metodologia descrita pelo AOAC (1980) e fibra em detergente neutro (FDN), segundo Van Soest (1994).

Foi empregado o modelo matemático proposto por Sampaio (1988), em que $P = A - B \cdot e^{-Ct}$, no qual P representa a degradação potencial do material incubado no tempo t; A corresponde à degradação potencial do material que permanece retido após o tempo zero (somatório das frações A e B do modelo de Ørskov); B não possui significado biológico no ajuste; e C representa a taxa fracional de degradação (Kd). Para o cálculo da degradabilidade efetiva (DE), utilizaram-se as taxas de passagem da fase sólida previamente obtidas, aplicando-se a equação $DE = A + (B \times C) / (C + k)$, em que k corresponde às taxas de passagem assumidas (2, 5 ou 8%/h), onde A = fração solúvel da amostra no tempo zero; B = fração solúvel potencialmente degradável no rúmen, C = taxa de degradação de B.

A partir dos dados de degradabilidade ruminal potencial produzidos pela equação de Sampaio (1988), foram estimados os parâmetros de degradabilidade potencial e efetiva (para taxas de passagem de 2, 5 e 8%/h), além da taxa fracional de degradação (Kd). O ajuste dos parâmetros foi realizado segundo o modelo proposto por Ørskov e McDonald (1979) e Ørskov et al. (1980), considerando A como a fração solúvel ao tempo zero, B como a fração não solúvel, mas potencialmente degradável, e C como a fração indigestível. A taxa fracional de degradação (Kd) expressa a velocidade de degradação da fração B ao longo do tempo.

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, considerando as três vacas como blocos, os dois tratamentos (despona e repasse) como parcelas e os tempos de incubação como subparcelas. Contudo, segundo Sampaio (1988), os parâmetros oriundos da técnica *in situ* apresentam caráter descritivo e não requerem análise estatística de significância ($P < 0,05$), sendo interpretados com base nos valores estimados e comparações descritivas entre tratamentos. Todos os cálculos, ajustes e estimativas dos parâmetros de degradabilidade foram realizados utilizando o software Excel®, Microsoft Office 2025.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os principais parâmetros da degradabilidade ruminal *in situ* estão nas Tab. 2, 3 e 4. Os valores estimados para a degradabilidade potencial (P, %) e para a taxa fracional de degradação (K_d, %/h) da MS, PB e FDN foram de 84,0; 91,3 e 78,6% e de 4,3; 3,7 e 4,1%/h, respectivamente, para a média das amostras de pastejo simulado: desponta e repasse, havendo discreta superioridade nos parâmetros para as amostras de desponta sobre as de repasse, exceto para a taxa fracional de degradação da PB, quando a primeira (4,91%/h) foi 105% superior à segunda (2,40%/h).

Os resultados de degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca (MS) evidenciaram diferenças sutis entre os tratamentos de Desponta e Repasse (Tab. 2). As frações solúveis (A) foram semelhantes, porém a fração insolúvel potencialmente degradável (B) foi maior no Desponta (55,09%) em relação ao Repasse (53,26%), indicando melhor qualidade da forragem inicialmente ofertada. Em contrapartida, a fração indigestível (C) foi superior no Repasse (16,93%), refletindo maior proporção de tecidos estruturais de lenta degradação (ou não degradável). A taxa fracional de degradação (K_d) também foi ligeiramente mais elevada no Desponta (0,0443/h), confirmando maior velocidade de utilização ruminal do material ingerido na primeira oferta de pastejo. As equações ajustadas pelo modelo de Sampaio (1988) mostraram potenciais de degradação de 85,03% e 83,07% para Desponta e Repasse, respectivamente, reforçando que o pastejo inicial proporciona material de melhor valor nutritivo e mais rapidamente degradável, em concordância com Euclides et al. (1992) e Van Soest (1994).

Tabela 2: Degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca (MS) dos simulados de pastejo dos grupos experimentais de Desponta e Repasse para os parâmetros fração solúvel (A), fração insolúvel potencialmente degradável (B) e fração insolúvel e não degradável (C), taxa fracional de degradação (K_d), degradabilidade efetiva (DE) para taxas de 0,02, 0,05 e 0,08/h e coeficiente de determinação (R²).

Tratamento	A, %	B, %	C, %	K _d , /h	R ²	DE, %		
						0,02	0,05	0,08
Simulado Desponta	29,94	55,09	14,97	0,0443	0,9968	67,89	55,82	49,57
Simulado Repasse	29,81	53,26	16,93	0,0415	0,9999	65,75	53,96	48,00

Equação de Sampaio (1988):

- Simulado Desponta $\square P = 85,03 + 54,93 * e^{-0,0443t}$,
- Simulado Repasse $\square P = 83,07 + 56,94 * e^{-0,0415t}$,

Na avaliação da degradabilidade ruminal *in situ* da proteína bruta (PB), observaram-se diferenças mais marcantes entre os tratamentos (Tab. 3). A fração solúvel (A) foi semelhante entre Desponta (50,98%) e Repasse (52,27%), indicando disponibilidade imediata próxima de compostos nitrogenados solúveis. No entanto, a fração potencialmente degradável (B) foi superior no Desponta (41,32%) em relação ao Repasse (37,99%), enquanto a fração indigestível (C) foi menor (7,71% contra 9,74%), evidenciando melhor aproveitamento ruminal da proteína no pastejo inicial. A taxa fracional de degradação (K_d) destacou maior velocidade no Desponta (0,0491/h) frente ao Repasse (0,0240/h), diferença que impacta diretamente a sincronização entre energia e proteína no rúmen. As equações de Sampaio (1988) confirmaram potenciais de degradação elevados para ambos os tratamentos (92,29% e 90,26%, respectivamente),

porém com clara vantagem para o Desponta, que apresentou maior fração potencialmente degradável e maior taxa de degradação, corroborando observações da literatura de que forragem em estádio mais jovem oferece melhor aproveitamento proteico (Detmann et al., 2014; Van Soest, 1994).

Tabela 3: Degradabilidade ruminal *in situ* da proteína bruta (PB) dos simulados de pastejo dos grupos experimentais de Desponta e Repasse para os parâmetros fração solúvel (A), fração insolúvel potencialmente degradável (B) e fração insolúvel e não degradável (C), taxa fracional de degradação (K_d), degradabilidade efetiva (DE) para taxas de 0,02, 0,05 e 0,08/h e coeficiente de determinação (R^2).

Tratamento	A, %	B, %	C, %	K_d , /h	R^2	DE, %		
						0,02	0,05	0,08
Simulado Desponta	50,98	41,32	7,71	0,0491	0,9366	80,33	71,45	66,69
Simulado Repasse	52,27	37,99	9,74	0,0240	0,7339	72,99	64,59	61,04

Equação de Sampaio (1988):

- Simulado Desponta $\square P = 92,29 + 38,13 * e^{-0,0491t}$;
- Simulado Repasse $\square P = 90,26 + 27,74 * e^{-0,0240t}$;

Na fração fibrosa, observou-se clara diferença entre os grupos (Tab.4). O Desponta apresentou maior fração solúvel (A = 16,01%) em comparação ao Repasse (5,21%), refletindo maior proporção de constituintes de rápida fermentação no material mais jovem. Por outro lado, o Repasse apresentou maior fração potencialmente degradável (B = 71,22%) em relação ao Desponta (64,73%), porém acompanhado de maior fração indigestível (C = 23,57% contra 19,26%). A taxa fracional de degradação (K_d) foi semelhante entre os tratamentos (0,0409/h e 0,0403/h), indicando que a diferença de qualidade está mais associada às frações estruturais do que à velocidade de degradação. A degradabilidade potencial (P), calculada pela equação de Sampaio (1988), foi superior no Desponta (80,74%) frente ao Repasse (76,43%), confirmando maior aproveitamento da fração fibrosa em estádio menos avançado de maturação. Esses resultados reforçam que o avanço do ciclo vegetativo aumenta a proporção de componentes lignificados, reduzindo a digestibilidade da fibra (Van Soest, 1994; Detmann et al., 2014).

Tabela 4: Degradabilidade ruminal *in situ* da fibra detergente neutro (FDN) dos simulados de pastejo dos grupos experimentais de Desponta e Repasse para os parâmetros fração solúvel (A), fração insolúvel potencialmente degradável (B) e fração insolúvel e não degradável (C), taxa fracional de degradação (K_d), degradabilidade efetiva (DE) para taxas de 0,02, 0,05 e 0,08/h e coeficiente de determinação (R^2).

Tratamento	A, %	B, %	C, %	K_d , /h	R^2	DE, %		
						0,02	0,05	0,08
Simulado Desponta	16,01	64,73	19,26	0,0409	0,9994	59,48	45,13	37,91
Simulado Repasse	5,21	71,22	23,57	0,0403	0,9997	52,81	37,00	29,07

Equação de Sampaio (1988):

- Simulado Desponta $\square P = 80,74 + 68,47 * e^{-0,0409t}$;
- Simulado Repasse $\square P = 76,43 + 77,34 * e^{-0,0403t}$;

Benedetti (1994) observou para *B. decumbens*, degradabilidade potencial para MS de 75,8%, para PB de 77,5% e para FDN de 81,2%. Desses, somente o valor da FDN foi maior que o obtido neste experimento. Para a taxa fracional de degradação, os valores também foram maiores para o autor nos parâmetros MS e FDN (5,0 vs 4,3%/h para MS; 4,9 vs 4,1%/h para FDN), mas para PB, os dados destes experimentos foram maiores (3,7 vs. 3,0%/h). Leopoldino (2000) estudou a degradabilidade ruminal desta mesma espécie de gramínea (*B. decumbens*), obtendo degradabilidade potencial e taxa de degradação para a MS e FDN de 65,33 e 69,58%; 4,4 e 4,3%/h, respectivamente. São potenciais de degradação menores que o observado neste experimento, mas as taxas de degradação apresentaram valores semelhantes.

Lopes (2002), para o *Pennisetum purpureum* (Capim-elefante) coletados a partir de extrusas (fístula esofágica), encontrou degradabilidade potencial (na época de chuvas) de 83,7% para MS, 90,1 para PB e de 79,3% para FDN, muito próximas às relatadas neste experimento para gramíneas do gênero *Brachiaria*. Mas, para a taxa fracional de degradação, os valores foram de 3,6; 3,3 e 3,8%/h, resultados menores que os relatados neste experimento.

Patrizi (2004) trabalhou com silagem de *B. brizantha* cv. Marandu, em ensaios de degradabilidade ruminal *in situ*. Observou valores de degradabilidade potencial para a MS de 74,4%, PB de 84,9% e para a FDN de 75,9%, valores menores aos deste experimento. A taxa fracional de degradação para MS foi de 3,1%/h, para PB de 3,1% e para a FDN de 2,8%/h, valores menores que a média observados neste experimento.

Os resultados obtidos neste estudo para a degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca (fração solúvel A em torno de 29%, fração potencialmente degradável B entre 53 e 55% e taxa de degradação Kd próxima de 0,04/h) encontram-se dentro da faixa descrita pela literatura nacional em trabalhos com gramíneas do gênero *Urochloa* (*Brachiaria*). Euclides et al. (2009), avaliando *Urochloa* (*Brachiaria*) *brizantha*, relataram valores de A entre 20 e 30% e de B variando de 50 a 70%, enquanto Paciullo et al. (2011) encontraram taxas de degradação semelhantes (0,03 a 0,05 h⁻¹) para *Urochloa* (*Brachiaria*) *decumbens*. De forma semelhante, Cabral et al. (2016) observaram parâmetros próximos em cultivares de *Brachiaria* manejadas sob pastejo, reforçando que os valores aqui obtidos são compatíveis com a realidade de sistemas tropicais brasileiros.

No caso da proteína bruta (PB), verificou-se maior fração solúvel nos tratamentos de despona (A ≈ 51%) em relação ao repasse (A ≈ 52%), resultado que está de acordo com os achados de Oliveira et al. (2010) e Ribeiro et al. (2014), os quais apontam maior disponibilidade de proteína degradável em gramíneas jovens, com redução progressiva da fração B e aumento da fração C conforme avança a maturação da forragem. Em relação à fibra em detergente neutro (FDN), os valores observados (fração solúvel entre 5 e 16% e fração potencialmente degradável de 65 a 71%) estão próximos aos relatados por Vieira et al. (2012) e Paulino et al. (2011), que destacam aumento da fração indigestível em condições de maior maturidade, como observado nos simulados de repasse do presente estudo.

De acordo com Sampaio (1988), uma taxa fracional de degradação da MS inferior a 2%/h seria indicativo de alimentos de baixa qualidade, já que necessitariam de maior

tempo para saírem do rúmen. Neste experimento, as taxas de degradação da MS foram de 4,43 e 4,15%/h para as amostras da Desponta e do Repasse, respectivamente. Logo, a análise de todos estes dados de dinâmica de degradação (potencial e taxa fracional de degradação) permite inferir a boa qualidade da forragem pastejada pelas vacas em lactação deste experimento.

A degradabilidade efetiva (DE) média das amostras de simulado de pastejo para desponta e repasse foi, ao nível de 5%/h, de 54,9% para MS, 68,0% para PB e 41,1% para FDN. Trabalhando com *B. decumbens*, Benedetti (1994) encontrou DE de 51,6% para MS, 47,3% para PB e 52,5% para FDN, enquanto Leopoldino (2002) observou 53,7% para MS e 42,6% para FDN. Para *Pennisetum purpureum* (cv. Napier), Lopes (2002) observou valores variando entre 48 a 55% para MS, 50 a 60% para PB e 39 a 46% para FDN, utilizando valores de taxas de passagem entre 2 a 4%/h. Portanto, são valores próximos aos encontrados neste experimento para a variável medida.

CONCLUSÃO

Os parâmetros de degradabilidade potencial, taxa fracional de degradação e degradabilidade efetiva permitem analisar de forma positiva as gramíneas pastejadas sob duas estratégias de pastejo: desponta e repasse. Isto permite concluir que, tanto as gramíneas pastejadas na estratégia de desponta quanto de repasse foram consideradas como sendo de boa qualidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION Official Analytical Chemists (AOAC). *Official methods of analysis*. 13 ed. Washington. D.C.: AOAC. 1980. 1015p.

CABRAL, L.S., VALADARES FILHO, S.C., DETMANN, E., ZERVOUDAKIS, J.T., PAULINO, M.F. Avaliação da degradabilidade in situ da matéria seca e da fibra em detergente neutro de forrageiras tropicais. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.45, n.2, p.67-75, 2016.

DETMANN, E., PAULINO, M.F., VALADARES FILHO, S.C. *Nutrição de ruminantes*. 2ª ed. Viçosa: UFV. 2014.

EUCLIDES, V.P.B., THIAGO, L.R.L.S., MACEDO, M.C.M. et al. Consumo voluntário de forragens de três cultivares de *Panicum maximum* sob pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.28, n.6, p.1177-1185, 1999.

EUCLIDES, V.P.B., MONTAGNER, D.B., MACEDO, M.C.M., ARAÚJO, A.R. Desempenho animal em pastos de capim-marandu submetidos a intensidades de pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.37, n.7, p.1161-1168, 2008.

EUCLIDES, V.P.B., VALLE, C.B., MACEDO, M.C.M., ALMEIDA, R.G., MONTAGNER, D.B., BARBOSA, R.A. Brazilian scientific progress in pasture research during the first decade of XXI century. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.38(Suplemento Especial), p.151-168, 2009.

LEOPOLDINO, W.M. *Avaliação nutricional de pastagens consorciadas com leguminosas tropicais, dinâmica ruminal e produção de leite em vacas mestiças*. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, 2000, 49p. (Dissertação. Mestrado em Zootecnia).

LOPES, F.C.F. *Taxa de passagem, digestibilidade in situ, consumo, composição química e disponibilidade de capim-elefante (Pennisetum purpureum, Schumack) pastejado por vacas mestiças Holandês x Zebu em lactação*. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2002, 223p. (Tese. Doutorado em Ciência Animal).

MEHREZ, A.Z., ØRSKOV, E.R. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *Journal of Agriculture Science, Cambridge*. v.88, p.645-650, 1977.

NOCEK, J.E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. *Journal of Dairy Science*. v.71, n.8, p. 2051–2069, 1988.

OLIVEIRA, A.S., DETMANN, E., VALADARES FILHO, S.C. (2021). Nutritional strategies for sustainable beef and dairy production in tropical regions. *Animal Feed Science and Technology*. n.276, 2021.

OLIVEIRA, M.E., PIRES, A.J.V., CARVALHO, G.G.P., RIBEIRO, L.S.O., BONOMO, P. Degradabilidade in situ da proteína bruta de gramíneas tropicais em diferentes idades de rebrota. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. v.11, n.1, p.29–40, 2010.

ØRSKOV, E.R., McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agriculture Science, Cambridge*. v.92, p.499-503, 1979.

ØRSKOV, E.R., HOVELL, F.D.D., MOULD, F. Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la valuación de los alimentos. *Producción Animal Tropical*. v.5, p.213-233, 1980.

PACIULLO, D.S.C., GOMIDE, C.A.M., CASTRO, C.R.T., MAURÍCIO, R.M., FERNANDES, P.B., MORENZ, M.J.F. Composição química e degradabilidade in situ da silagem de *Brachiaria decumbens* em diferentes idades de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. v.63, n.2, p.343–351, 2011.

PATRIZI, W.L. *Degradabilidade in situ de silagens de Brachiaria brizantha cv. Marandu pura ou com aditivos*. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, 2004, 72p. (Dissertação. Mestrado em Zootecnia).

PAULINO, M.F., DETMANN, E., VALADARES FILHO, S.C. *Bovinocultura de corte nos trópicos*. UFV, Viçosa, 385 p. 2011.

RIBEIRO, L.S.O., PIRES, A.J.V., CARVALHO, G.G.P., SILVA, F.F., CHAGAS, D.M.T. Degradabilidade ruminal in situ da proteína e da fibra de forrageiras tropicais em diferentes épocas do ano. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*. v.36, n.4, p.403–409, 2014.

SAMPAIO, I.B.M. *Experimental designs and modelling techniques in the study of roughage degradation in rumen and growth of ruminants*. Reading: University of Reading, 1988. 214p. (Tese, Doutorado em Fisiologia).

VAN SOEST, P. J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

VIEIRA, R.A.M., TEDESCHI, L.O., CANNAS, A. (2012). A generalized compartmental model to estimate the fibre mass in the ruminoreticulum: 2. Integrating digestion and passage. *Journal of Theoretical Biology*. v.293, p.130–143, 2012.