

Cinética digestiva de silagens de genótipos de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) utilizando a técnica *in situ* - Digestive kinetics of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) genotypes silage using *in situ* technique

OTT, Leila Cardozo¹ | JÚNIOR, Jorge Schafhäuser² | BORTOLINI, Fernanda² | SILVA, Jamir Luis Silva² | ROSA, Patrícia Pinto¹ | FIOREZZE, Víctor¹ | SCHEIBLER, Rudolf Brand¹ | RIZZO, Fábio Antunes¹

¹ PPGZ/FAEM/UFPEL, Pelotas, RS, Brasil

² Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- Embrapa Clima Temperado

* Correspondencia: ott.leilacardozo@gmail.com

Resumo

O objetivo do estudo foi o de avaliar a degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca da silagem de cinco genótipos de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco cultivares e sete tempos de incubação. Para comparação das médias de cada tratamento nos diferentes períodos o teste SNK (5%) foi utilizado. A degradabilidade efetiva para todas as taxas de passagem foi melhor para o genótipo 12F40006, com 52,12%, 56,50% e 66,35%, seguido pelo genótipo 12F40007, com 51,73%, 55,69% e 64,63%. De forma geral, conclui-se que os cultivares 12F40006 e 12F40007, nas condições deste estudo, reúnem o maior número de características produtivas, nutricionais e de digestibilidade, podendo ser recomendados para o plantio e confecção de silagem.

Palavras-chave: forragem; degradabilidade; digestibilidade

Abstract

The objective was to evaluate the ruminal *in situ* degradability of the dry matter of the five sorghum forage genotypes silage (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) that stood out as the productivity and nutritional quality in the first study. The experimental design was completely randomized, consisting of five cultivars and seven incubation times. To compare the means of each treatment in different periods the SNK test (5%) was used. The effective degradability for all passage rates was better for genotype 12F40006, with 52.12%, 56.50%, 66.35%, followed by genotype 12F40007, with 51.73%, 55.69%, 64.63%. Overall, it is concluded that the genotypes 12F40006 and 12F40007, under the conditions of this study, gather the largest number of production characteristics, nutrition and digestibility and can be recommended for planting and production of silage.

Key-words: forage; degradability; digestibility

INTRODUÇÃO

A utilização de forragem conservada sob forma de silagem é uma estratégia para contornar a estacionalidade da produção de plantas forrageiras, e o cultivo do sorgo para este fim tem se mostrado uma alternativa viável para regiões com condições edafoclimáticas menos favoráveis para cultivo do milho.

Conforme Neumann et al. (2002), o sorgo é uma forrageira que possui alto rendimento de biomassa por hectare, além de bom valor nutritivo e concentração de carboidratos solúveis, o que é essencial para uma boa fermentação láctica, fundamental para a produção de silagem de boa qualidade.

A procura por cultivares que possam melhor se adequar às diferentes necessidades e regiões do Brasil, vem favorecendo o surgimento de inúmeros genótipos de sorgo com características específicas (Cândido et al., 2002), e isso gera variações em sua estrutura e composição químico-bromatológica.

A qualidade de um alimento volumoso é dada pelo seu valor nutritivo, representado pela composição química, digestibilidade, consumo e desempenho dos animais que o consumirem (Magalhães et al., 2005). Portanto, a comparação de diferentes forrageiras e genótipos conforme sua degradabilidade, indica as plantas mais digestíveis e conseqüentemente, as que representarão melhor retorno produtivo e econômico ao produtor.

As avaliações de digestibilidade de forrageiras *in vivo* são eficientes, porém possuem custos mais altos e demandam mais tempo para serem realizadas, por isso vem sendo substituídas por técnicas de avaliação da digestão tais como a técnica *in situ*.

A técnica de degradação ruminal *in situ* é importante para avaliar a qualidade dos alimentos fibrosos como as forrageiras, pois o rúmen é o principal sítio de degradação destes alimentos (Benevides et al., 2007), e a popularidade da técnica está ligada a sua rápida e fácil execução, uma vez que requer pequena quantidade da amostra do alimento e possibilita sua íntima exposição ao ambiente ruminal.

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar a degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca de cinco genótipos de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench).

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da UFPel, sob o cadastro de número CEEA 1933/2015.

Foram avaliadas silagens de cinco genótipos de sorgo, sendo quatro acessos experimentais do Programa Nacional de Melhoramento Genético da Embrapa (12F40014, 12F40007, 12F39014 e 12F40006), e a testemunha comercial BRS 610.

O experimento foi realizado na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, localizada no município de Capão do Leão-RS, latitude 31°45'S, longitude 52°21'W GRW, e com altitude média de 13,2m. A classificação climática de

Köppen para a região é Cfa, com solo do tipo Planossolo háplico eutrófico solódico, unidade de mapeamento Pelotas (Santos et al., 2006).

A área útil das parcelas era composta de duas fileiras de 5,0m de comprimento, espaçadas a 0,7 m entre as linhas, resultando em 3,5 m².

A semeadura foi realizada no dia 16 de janeiro de 2013, com adubação de base de 300kg/ha da formulação NPK 05-20-20, e a adubação de cobertura ocorreu 30 dias após a emergência com 45 kg/ha de nitrogênio, na forma de uréia.

Foi efetuado desbaste, conservando 12 plantas por metro. Para o controle de plantas daninhas utilizou-se herbicida à base de Atrazina na dosagem do princípio ativo de 5L/ha, além de capina manual.

As plantas foram colhidas manualmente quando os grãos atingiram o estado de maturação de massa mole (leitoso/pastoso), na área útil da parcela, a 10cm da superfície do solo. Posteriormente, foram picadas em picador estacionário, em partículas de 5 cm.

Foram confeccionados mini silos experimentais, utilizando-se baldes plásticos de 10 litros e o material foi compactado em sacos plásticos duplos de pvc com espessura de 12 micras. Após a compactação, os mini silos foram lacrados, identificados e estocados durante 350 dias em local coberto, escuro e em temperatura ambiente.

Na ocasião da abertura dos silos, houve o cuidado de coletar o material do centro de cada silo e homogeneizá-lo, acondicionando-o em sacos de papel que foram levados à estufa de circulação de ar a 55 °C, até peso constante, para a determinação da matéria pré-seca. As amostras foram divididas e moídas em moinho tipo Willey, para as análises.

Foram determinados a partir das amostras moídas a 1mm, os teores de matéria seca por secagem em estufa a 105 °C durante pelo menos 16 h (Silva & Queiroz, 2002), e cinzas após a calcinação em mufla a 550 °C durante 3 h. O teor de nitrogênio total foi determinado pelo método de Kjeldahl (Método 984,13 AOAC, 1995).

A fibra em detergente neutro, a fibra em detergente ácido e a lignina em detergente ácido foram determinadas utilizando autoclave conforme Senger et al. (2008).

Os dados referentes à composição bromatológica foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey à 5% de significância.

Para a análise de degradabilidade *in situ*, as amostras foram moídas a 2 mm, e 1 g foi acondicionada em saquinho de náilon com poros de 50 µm e tamanho de 5 cm x 5 cm, proporcionando uma relação de 20 mg de amostra por cm² de saco. As extremidades dos sacos de náilon foram então fechadas (seladas à quente) e os saquinhos agrupados por tempo de incubação.

No momento da incubação das amostras no rúmen, foram utilizados 4 bovinos adultos, com peso médio de 500 kg, dotados de cânulas ruminais permanentes, alimentados com forragem *ad libitum*. Os sacos de náilon foram agrupados por horário em sacos maiores de tecido de algodão e amarrados a uma corda na qual foram fixados pesos de chumbo, a fim de manter as amostras imersas no conteúdo ruminal, sendo que a extremidade oposta da corda ficou presa à cânula.

Os tempos de incubação foram de 72, 48, 24, 12, 9, 6 e 3 horas, incubados em sequência de horário invertido para que, ao final do período, todos os saquinhos fossem removidos ao mesmo tempo do rúmen, lavados em água corrente e submersos em solução salina a 0,9% durante aproximadamente 10 minutos, para posteriormente, serem lavados em água corrente novamente. Após secagem em estufa 55 °C por 48 horas, as amostras foram pesadas, sendo registrado o peso do resíduo de incubação.

Os dados sobre o desaparecimento da matéria seca foram ajustados por regressão não-linear, que prediz a degradabilidade potencial (DP) dos alimentos por meio do modelo proposto por Mehez & Orskov (1977), descrito pela equação 1 abaixo, onde:

“a” - fração solúvel, em %;

“b” - fração potencialmente degradável, em %;

“c” - taxa de degradação da fração “b”, em %/h.

$$(1) DP(t) = a + b [1 - \exp(-c.t)]$$

A degradabilidade efetiva (DE) foi calculada segundo o modelo matemático proposto por Orskov & McDonald (1979), descrito pela equação 2 abaixo, onde:

“k” - taxa estimada de passagem de sólidos no rúmen, em %/h;

“a”, “b” e “c” - são as mesmas constantes da equação 1, acima.

$$(2) DE(k) = a + [(b.c) / (c + k)]$$

Segundo o AFRC (1992) uma taxa de passagem de 2%/h é adotada para animais alimentados sob exigência de manutenção. A taxa de 5%/h é utilizada para animais de baixa produção ou de corte e a taxa de 8%/h é utilizada para animais de alta produção.

A fração indegradável (I), em %, foi calculada pela equação 3, que também utiliza as constantes “a” e “b” (descritas na Eq.1):

$$(3) I = 100 - (a + b)$$

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 5 cultivares e 7 tempos de incubação. Para comparação das médias de cada tratamento nos diferentes períodos de incubação foi utilizado o teste SNK (Student Newman Keuls) ($P < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição bromatológica das silagens avaliadas encontra-se na tabela 1, onde observa-se diferença significativa entre os tratamentos apenas para o teor de LDA.

O teor de MS da silagem é indicador da qualidade fermentativa, que está relacionado tanto ao potencial de ingestão quanto à eficiência de utilização de nutrientes para produção animal (McDonald et al., 1991) e o teor ideal, varia entre 30% e 35%, o que não foi atingido apenas pelo genótipo BRS 610.

Tabela 1. Composição bromatológica da silagem de genótipos de sorgo forrageiro.

Genótipo	MS ^{ns} (%)	PB ^{ns} (%)	FDN ^{ns} (%)	FDA ^{ns} (%)	LDA* (%)
BRS 610	27,10	6,66	47,55	30,16	11,57 ^a
12F40014	32,62	6,55	43,81	25,64	10,51 ^{ab}
12F40007	32,38	6,41	45,69	30,84	8,69 ^b
12F39014	33,26	6,52	46,38	29,82	8,47 ^b
12F40006	34,79	6,16	44,97	29,11	9,16 ^b

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si (P>0,05) pelo teste Tukey. C.V. 14,31%.

Já os teores de PB devem estar acima de 7% na dieta, para que não haja prejuízo da utilização da forragem pelos micro-organismos ruminais, segundo Van Soest (1994). Porém, os teores médios de PB em silagens de sorgo nem sempre atingem estes níveis, o que mostra o presente estudo, onde os valores variaram de 6,16% à 6,66%, e podem estar relacionados à variedade e ao estágio da planta no momento em que foi colhida para ensilagem.

Dentre as frações fibrosas, o teor de FDN está mais relacionado ao consumo da forrageira (Van Soest, 1994), e conforme Ferreira (2001), os valores desejáveis de FDN nas silagens são inferiores a 50%. Já o teor de FDA influencia a digestibilidade da forragem, pois contém a maior proporção indigestível, a lignina (Oliveira et al. 2010). Segundo Vasconcelos et al. (2005), quanto menor o nível de FDA, maior o valor nutritivo do alimento. Os cultivares estudados não apresentaram diferenças significativas quanto aos teores de FDN e FDA, e todos mostraram boa qualidade devido ao baixo conteúdo destes constituintes.

Segundo Van Soest (1994), o processo de lignificação é reconhecido como o principal fator que leva à redução da digestibilidade da parede celular vegetal. A lignina reduz as taxas de digestão dos componentes da parede celular devido as suas ligações com as hemiceluloses, por impedirem o acesso de enzimas ao substrato e devido a efeitos tóxicos sobre os micro-organismos ruminais.

Os cultivares estudados diferiram entre si e mostraram valores altos de lignina, sendo os maiores nos genótipos 12F40014 e no BRS 610, superiores aos valores apresentados no estudo de Rocha et al. (2014), onde a média foi de 6,7%. Já Ferreira et al. (2015), encontraram em diferentes cultivares e idades de corte, o maior teor de lignina de 4,75%, e Castro et al. (2008), obtiveram 4,31% de lignina em silagem de um cultivar de sorgo.

Avaliando-se o desaparecimento médio (%) da MS nos diferentes tempos de incubação, que pode ser visualizado na tabela 2, nota-se que as silagens dos híbridos 12F39014, 12F40006 E 12F40007 obtiveram as maiores porcentagens de desaparecimento da MS nos horários de 3, 6 e 9 horas de incubação, sendo que as 9 horas, o genótipo 12F40014 também mostrou-se mais degradado.

Tabela 2. Desaparecimento médio (%) da matéria seca (MS) da silagem dos genótipos de sorgo forrageiro nos tempos de incubação ruminal (horas) de bovinos.

Tempo (h)	BRS 610*	12F40014*	12F40007*	12F39014*	12F40006*	C.V. (%)
3	36,69 ^{Cf}	40,89 ^{Be}	46,79 ^{Ae}	43,74 ^{ABf}	45,09 ^{Af}	11,69
6	38,96 ^{Cf}	43,96 ^{Be}	49,21 ^{Ae}	46,44 ^{ABef}	45,93 ^{ABef}	11,05
9	42,04 ^{Be}	47,77 ^{Ad}	50,12 ^{Ae}	48,87 ^{Ae}	49,42 ^{Ae}	10,45
12	45,06 ^{Cd}	49,93 ^{Bd}	53,93 ^{Ad}	52,02 ^{ABd}	54,56 ^{Ad}	9,75
24	55,15 ^{Bc}	58,70 ^{Bc}	59,07 ^{Bc}	59,09 ^{Bc}	62,19 ^{Ac}	8,45
48	69,51 ^{BCb}	72,58 ^{ABb}	70,17 ^{ABCb}	67,18 ^{Cb}	73,64 ^{Ab}	7,05
72	73,65 ^{Ba}	79,09 ^{Aa}	76,66 ^{Aba}	75,81 ^{Aba}	78,48 ^{Aa}	6,48

*Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na mesma linha e minúsculas iguais na mesma coluna não diferem pelo teste SNK (P>0,05).

Após transcorridas 12 horas de incubação, apenas os genótipos 12F40006 e 12F40007 mantiveram o desaparecimento médio da matéria seca maior. Nas 24 horas de incubação há destaque para a degradabilidade do híbrido 12F40006 (62,19%), que se mantém até as 72 horas, quando há maior degradação também do híbrido 12F40014. Para todos os tempos, o genótipo BRS 610 se mostra menos degradado, o que é explicado pelo maior teor de lignina deste material.

Com relação à observação da degradação de cada cultivar, nota-se comportamento esperado (vão degradando mais conforme o passar do tempo) e semelhante nos diferentes tempos, principalmente a partir das 12 horas de incubação, onde a degradação passa a ser linear para todos eles. Os cultivares 12F39014 e 12F40006, mostraram comportamento igual em todos os tempos, e o cultivar 12F40007 apresentou um *lag time* maior, uma vez que não mostra diferença nos tempos 3, 6 e 9 horas de incubação, o que pode ser justificado pelo maior teor de FDA deste material, que retardou o início da digestão da parede celular.

Cavalcante et al. (2012), observaram, utilizando silagem de um híbrido de sorgo, que no tempo máximo de 96 horas, o cultivar apresentou apenas 44,52% de desaparecimento de MS. Magalhães et al. (2005), demonstraram estabilização da degradabilidade da MS após as 72 horas, com valor máximo de degradação de 62,04%, valor semelhante ao do experimento de Araújo (2006), que para o mesmo tempo apresentou degradabilidade de 62,32%.

A falta de padronização que ainda há na técnica de degradabilidade *in situ* pode reduzir a comparabilidade entre diferentes trabalhos e ter levado a estes resultados

superiores de degradabilidade do presente trabalho, com relação aos dos outros autores. Segundo recomendação de Vanzant et al. (1998), que identificaram diferenças de resultado conforme o tamanho das partículas, todos os tipos de alimentos devem ser moídos em peneira com crivos de 2 mm.

A moagem a 2mm aumentou a superfície de contato das bactérias com as amostras, uma vez que independente do grau de lignificação dos genótipos, todos se mostraram superiores aos dados de literatura. Alguns trabalhos utilizam a moagem das amostras a 2 mm, outros a 5mm e ainda há trabalhos mantendo os alimentos apenas picados com tamanho de 0,5 a 1 cm, explicando assim as grandes diferenças encontradas.

Os parâmetros de degradação ruminal da MS encontram-se na tabela 3 e foram obtidos no *software* MATLAB (The MathWorks, Inc., 2014) por meio de regressão não-linear (algoritmo *Trust Region Reflective*) ajustada ao modelo exponencial assintótico de Mehez & Orskov (1977).

Tabela 3. Frações solúveis (a e b), taxa de degradação (c) fração indegradável (I), e degradabilidade efetiva (DE) simulada em três taxas de passagem (2%.h, 5 %.h e 8%.h) da silagem de genótipos de sorgo forrageiro.

Variável	BRS610	12F40014	12F40007	12F39014	12F40006
a (%)	33,21	37,41	41,47	38,21	40,74
b (%)	51,13	51,64	39,88	39,51	43,90
c (%.h)	2,33	2,31	2,77	3,31	2,80
R ² (%)	99,45	99,92	98,01	98,10	99,51
I (%)	15,66	10,95	18,65	22,28	15,36
DE (k = 2%.h)	60,72	65,09	64,63	62,84	66,35
DE (k = 5%.h)	49,46	53,73	55,69	53,95	56,50
DE (k = 8%.h)	44,74	48,98	51,73	49,78	52,12

As somas das frações “a” e “b” (a porcentagem máxima de degradação do material contido nos saquinhos) para MS da silagem do genótipo 12F40014 apresentaram maior valor (89,05%), seguida pelos genótipos 12F40006 (84,64%) e BRS 610 (84,34%), sendo um pouco inferiores aos 90,47% encontrados por Goes et al. (2012) e maiores que 51,30% de Cavalcante et al. (2012).

As taxas de degradação observadas para todos os genótipos, que variaram de 2,31%MS.h a 3,31%MS.h, classificam os materiais como de bom valor nutritivo, uma vez que taxas de degradação inferiores a 2%MS.h seriam próprias de forrageiras que necessitariam de maiores tempos de permanência no rúmen para melhor degradação.

Cardoso et al. (2012) obtiveram taxas de degradação em silagens de sorgo que chegaram a 7,75%MS.h, porém Cavalcante et al. (2012) e Goes et al. (2012), obtiveram taxas menores que 2%MS.h. Considerando as frações “a”, “b” e “c”, os genótipos 12F40014, BRS 610 e 12F40006 se destacaram dos demais.

A degradabilidade potencial (Mehez & Orskov, 1977) é estimada sem a inclusão de “k”, que é a taxa de passagem, portanto Orskov & McDonald (1979) propuseram a degradabilidade efetiva (DE), que inclui a taxa de passagem, que pode ser diferente conforme o nível de produção dos animais.

A degradabilidade efetiva para todas as taxas de passagem foi melhor para o genótipo 12F40006, seguido pelos genótipos 12F40007 e 12F39014. Magalhães et al. (2005), obtiveram DE de 50,9%, 53,4% e 56,2%, e Araújo (2006), 37,1%, 42,4% e 54,4% para as taxas de passagem de 8%/hora, 5%/hora e 2%/hora, respectivamente.

O genótipo 12F39014, possui menores frações “a” e “b”, porém com maior taxa de degradação “c”, o que lhe rendeu boa degradabilidade ao se considerar as taxas de passagem para categorias animais produtivas (8%.h e 5%.h).

Para os genótipos 12F40014 e BRS 610, as frações “a” e “b” foram altas, porém devido à menor fração “c”, ao observar os valores considerando as taxas de passagem, estes materiais não se destacaram. No caso do genótipo BRS 610, a sua degradabilidade mostrou-se a menor dentre os materiais estudados, quando observadas as taxas de passagem, confirmando assim seu desempenho inferior na análise de degradabilidade ruminal. Já no caso do genótipo 12F40014, a sua alta fração “a”, e boa degradabilidade ruminal garantiu apenas bom desempenho se utilizada em animais para manutenção, com menor taxa de passagem.

Os resultados do presente estudo demonstram a importância da utilização da técnica de degradabilidade *in situ* para determinar os genótipos com melhor potencial de aproveitamento e desempenho animal.

CONCLUSÃO

As silagens avaliadas apresentaram bom valor nutritivo, com altos índices de degradabilidade ruminal e os genótipos 12F40006 e 12F40007 se destacaram por possuir os maiores coeficientes de degradabilidade efetiva da matéria seca.

REFERÊNCIAS

- AFRC - Agricultural and Food Research Council: Technical committee on responses to nutrients: Nutritive requirements of ruminant animal protein. Wallingford: CABI Publishing, 1992. 50p.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. Washington: AOAC International, 1995. 1141 p.
- Araújo, V. L. Características agrônômicas e avaliação de silagens de 25 híbridos de sorgo. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2006. 80 p. Tese Doutorado

- Benevides, Y. I.; Candido, M. J. D.; Neiva, J. N. M.; Borges, I.; Silva, A.G.M.; Silva, R.G. Composição e degradabilidade da dieta de ovinos em capim tanzânia com três períodos de descanso. Arch de Zoot, 2007; 56 (214) : 215-226.
- Cândido, M. J. D.; Obeid, J. A.; Pereira, O. G.; Cecon, P. R., Queiroz, A.C., Paulino, M. F., Gontijo Neto, M. M. Valor nutritivo de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) sob doses crescentes de adubação. Rev Bras Zoot, 2002; 31(1): 20-29.
- Cardoso, R. M.; Pires, D. A. A.; Júnior, V. R. R. Reis, S. T., Sales, E. C. J., Alves, D. D., Gerassev, L. C., Rodrigues, J. A. S., Lima, L. O. B. Avaliação de híbridos de sorgo para silagem por meio da degradabilidade *in situ*. Rev Bras de Milho e Sorgo, 2012; 11 (1): 106-114.
- Castro, O. P. C. M.; Rêgo, M. M. T.; Aguiar, E. M., Lima, G. F. C., Maciel, F. C., L Lôbo, R. N. B., Lira, M. A. Composição bromatológica da silagem de sorgo com níveis crescentes de girassol. V Congresso Nordestino de Produção Animal. Aracajú, 2008.
- Cavalcante, D. R.; Perin, F. B.; Benedetti, E. Degradabilidade *in situ* da matéria seca de três forrageiras tropicais nas formas in natura e ensilada. Arq Bras de Med Vet e Zoot, 2012; 64(1) : 163-168,
- Ferreira, J. J. Estágio de maturação ideal para ensilagem do milho e do sorgo. In: Cruz, J. C.; Pereira Filho, I. A.; Rodrigues, J. A. S.; Ferreira, J. J. (Org.). Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Sete Lagoas - MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. 541 p.
- Ferreira, P. D. S.; Gonçalves, L. C.; Rodrigues, J. A. S., Jayme, D. G., Saliba, E. O. S., Pires Neto, O. S., Cruz, D. S. G., Magalhães, F. A., Ribeiro Junior, G. O., Velasco, F. O. Valor nutricional de híbridos de sorgo para corte e pastejo (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) em diferentes fases fenológicas. Semina: Ciências Agrárias, 2015; 36(1) : 377-390.
- Goes, R. H. T. B., Tramontini, R. C. M., Cardim, S. T., Almeida, G. D., Ribeiro, J., Morotti, F., Oliveira, L. A., Brabes, K. C. S. Degradação ruminal da matéria seca e de proteína bruta de volumosos para bovinos. Rev Acad: Ciênc Agrár e Ambi, 2012; 10(3): 285-291.
- Magalhães, R. T., Gonçalves, L. C., Rodrigues, J. A. S., Borges, I., Rodrigues, N. M., Saliba, E. O. S., Borges, A. L. C. C., Araújo, V. L. Estimativa da degradabilidade ruminal de quatro genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) utilizando a técnica *in situ*. Acta Scient. Anim Scienc, 2005; 27(4): 483-490.
- McDonald, P.; Henderson, A. R.; Heron, S. The biochemistry of silage. Marlow: Chalcombe, 1991. 340 p.
- Mehrez, A. Z.; Orskov, E. R. A study of the artificial fiber bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. Journal of Agricul Scienc, 1977; 88 (4) : 645- 665.
- Neumann, M.; Restle, J.; Alves Filho, D. C.; Brondani, I. L.; Pellegrini, L. G.; Freitas, A. K. Avaliação do valor nutritivo de planta e da silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). Rev Bras de Zoot, 2002; 31(1) : 293-301,.
- Oliveira, L. B.; Pires, A. J. V.; Carvalho, G. G. P.; Ribeiro, L. S. O.; Almeida, V. V.; Peixoto, C. A. M. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. Rev Bras de Zoot, 2010; 39(1) : 61-67.

- Orskov, E. R.; McDonald, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journl of Agri Sci*, v. 92, p. 499-503, 1979.
- Rocha, J. E. S., Tonucci, R. G., Fernandes, F. E. P., Magalhães, Y. A. Produtividade e composição bromatológica de híbridos de sorgo cultivados em sistema agrossilvipastoril no semiárido. In: Congresso Nordestino de Produção Animal, 9. 2014, Ilhéus. *Anais...* Ilhéus: SNPA, 2014. p. 482-484.
- Santos, H. G.; Jacomine, P. K. T.; Anjos, L. H. C., Oliveira, V. A.; Oliveira, J. B.; Coelho, M. R.; Lumbreras, J. F.; Cunha, T. J. F. (Org.) Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- Senger, C. C. D.; Kozloski, G. V.; Sanchez, L. M. B.; Mesquita, F. R.; Alves, T. P.; Castagnino, D. S. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. *Ani Feed Sci and Tech*, 2008; 146: 169–174.
- Silva, D. J.; Queiroz, A. C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. Viçosa: UFV, 2002. 235 p.
- The Mathworks, Inc. MATLAB and Optimization Toolbox Release 2014a. Natick, Massachusetts, United States, 2014.
- Van Soest, P. J. Nutritional ecology of the ruminant. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994, 476 p.
- Vanzant, E. S.; Cochran, C.; Titgemeyer, E. C. Standardization of *in situ* techniques for ruminant feedstuff evaluation. *Journl of Anil Sci*, 1998; 76: .2717-2729.
- Vasconcelos, R. C.; Pinho, R. G. V.; Rezende, A. V.; Pereira, M. N.; Brito, A. H. Efeito da altura de corte das plantas na produtividade da matéria seca e em características bromatológicas da forragem de milho. *Ciênc Agrot*, 2005 ; 29 (6) : 1139-1145.

REDVET: 2018, Vol. 19 N° 5

Este artículo Ref. 051819 _REDVET (Ref. prov. 1818cinetica, Recibido 05/03/2018, Aceptado 29/03/2018, Publicado 01/05/2018) está disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050518.html> concretamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050518/051819.pdf>

REDVET® Revista Electrónica de Veterinaria está editada por Veterinaria Organización®.

Se autoriza la difusión y reenvío siempre que enlace con Veterinaria.org® <http://www.veterinaria.org> y con REDVET®- <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>

