

LUIS FELIPE PEREIRA BORBA CARVALHO

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE SILAGENS DE DIFERENTES CULTIVARES
DE SORGO (*Sorghum bicolor* L. MOENCH)**

**RECIFE
PERNAMBUCO – BRASIL
2010**

LUIS FELIPE PEREIRA BORBA CARVALHO

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE SILAGENS DE DIFERENTES CULTIVARES
DE SORGO (*Sorghum bicolor* L. MOENCH)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientador: Marcelo de Andrade Ferreira

Co-orientadores: Adriana Guim

José Nildo Tabosa

**RECIFE
JULHO DE 2010**

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE SILAGENS DE DIFERENTES CULTIVARES
DE SORGO (*Sorghum bicolor* L. MOENCH)**

LUIS FELIPE PEREIRA BORBA CARVALHO

Dissertação defendida e aprovada em 26 de Agosto de 2010, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre, pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (Área de Concentração: “Nutrição de Ruminantes”), da Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela Banca Examinadora constituída pelos seguintes membros:

Orientador:

Marcelo de A. Ferreira
Prof. Adjunto da UFRPE
Orientador

Examinadores:

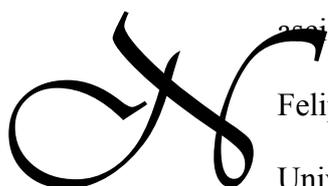
José Nildo Tabosa
Pesquisador do IPA

Mércia Virginia Ferreira dos Santos
Prof. Adjunto da UFRPE

Alexandre Carneiro Leão de Mello
Prof. Adjunto da UFRPE

RECIFE - PE
Julho de 2010

BIOGRAFIA



ascido no dia 4 de junho de 1984, na cidade do Recife-PE, Luis Felipe Pereira Borba Carvalho ingressou no curso de Zootecnia na Universidade Federal Rural de Pernambuco no ano de 2002. Participou do Programa de Iniciação Científica, em 2003, como bolsista da FACEPE. Posteriormente, foi bolsista voluntário de Iniciação Científica do CNPq (PIC). No ano de 2007 participou do programa de Intercâmbio CAPES/Fipse, quando cursou disciplinas na Universidade da Califórnia. Realizou estágio supervisionado obrigatório também na Universidade da Califórnia (EUA), e foi graduado Bacharel em Zootecnia no ano de 2007. Em agosto de 2008 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, concluindo-o em julho de 2010.

DEDICATÓRIA

Este importante objetivo alcançado dedico, principalmente, aos meus avós Alcindo e Irene Borba (*in memoriam*) e Álvaro e Yolanda Fernandes Pereira, pois com muito suor e perseverança criaram cidadãos.

Dedico aos meus pais, Paulo e Vicenta Borba, pois são o meu alicerce sólido sempre que preciso.

Aos meus irmãos Paulo Filho e Vicenta Filha, que além de estarem sempre na torcida pelo meu sucesso não medem esforços quando são solicitados.

AGRADECIMENTO

Gostaria muito de agradecer a todos os meus familiares pelos incentivos diversos.

Ao Professor Marcelo de Andrade Ferreira, pela orientação de inestimável valor;

À Universidade Federal Rural de Pernambuco;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico;

A todos os professores do Departamento de Zootecnia;

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, em especial, à Lucinha;

À Prof. Adriana Guim;

Aos alunos da graduação, Luiz Henrique e Sabrina;

Aos amigos da pós-graduação: Evaristo, Alenice, Marcelo, Agenor, Paulo, Rodrigo, Rafael, Felipe Sanharó e Vicente, entre outros não menos importantes.

Aos amigos e amigas: Fernanda Naziazeno, José Gomes, Rafael Montarroyos, Robson Daniel, Isabella Nogueira e Fabio Rezende.

SUMÁRIO

	Página
Capítulo I	
Introdução Geral.....	1
Referências.....	7
Resumo.....	10
Abstract.....	11
Introdução.....	12
Material e Métodos.....	14
Resultados e Discussão.....	17
Conclusões.....	23
Referências.....	23

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Composição bromatológica e pH das silagens de diferentes cultivares de sorgo	26
Tabela 2. Consumos dos nutrientes	27
Tabela 3. Coeficiente de digestibilidade aparente dos diferentes nutrientes.....	28
Tabela 4. Balanço de Nitrogênio	29

INTRODUÇÃO GERAL

O objetivo principal da conservação de qualquer forragem é a tentativa de preservação da mesma no estágio ótimo do desenvolvimento para o uso durante a estação em que ocorre a escassez de forragem (McDonald et al., 1991). Entre os meios usuais de conservação de excedentes forrageiros, a fenação é a técnica mais comumente utilizada na região Nordeste, talvez pela aparente simplicidade do processo. A ensilagem, apesar de não ser uma técnica muito difundida, é extremamente favorável, pois, além de conservar o alimento, permite preservar o que há de mais valioso no período seco: a água (Silva et al., 2004).

O uso de forragens conservadas na forma de silagem está se tornando cada vez mais comum, principalmente entre os produtores de leite, como alternativa para amenizar o problema de escassez de pasto no período de estiagem (Pereira et al., 1993). Com a intensificação dos sistemas de produção, cresceu a demanda por silagens que associem elevado rendimento forrageiro e valor nutritivo, maximizando a produção de nutrientes por unidade de área (Cândido et al., 2002).

A ensilagem, quando realizada dentro das técnicas e padrões recomendados e pelo fato de conservar os princípios nutritivos do material ensilado garante o fornecimento aos animais de alimento de boa qualidade durante todo o período crítico de estiagem ou durante o ano todo. Tradicionalmente, o material mais utilizado para ensilagem é a planta de milho (*Zea mays*) devido à sua composição bromatológica preencher os requisitos para confecção de uma boa silagem como: teor de matéria seca (MS), entre 30% a 35%, no mínimo de 3% de carboidratos solúveis na matéria original, baixo poder tampão e por proporcionar boa fermentação microbiana (Nussio et al., 2001).

Devido à estacionalidade de produção das pastagens e à intensificação dos sistemas de produção, o uso de silagem de sorgo vem crescendo a cada ano, principalmente em regiões áridas e semi-áridas, onde a cultura se sobressai, por sua resistência ao estresse hídrico (Souza et al., 2003).

Analisando 20 genótipos de sorgo de porte médio e alto, Pesce et al. (2000) encontraram média de 25,7% para o teor de matéria seca, 7,7% para teor de proteína bruta e 8,5% de carboidratos solúveis na matéria seca de plantas de sorgo colhidas aos 104 dias de idade no estágio grão pastoso. Os autores afirmaram que o baixo teor de matéria seca

não influenciou negativamente a qualidade da silagem e a correlação não significativa do teor de carboidrato solúvel, e o pH indicou que outros fatores influenciaram na qualidade da silagem, não sendo o teor de carboidratos solúveis limitante para a mesma.

Basicamente, pode-se encontrar três tipos de sorgo destinados à produção de silagens: sorgo forrageiro, sorgo de duplo propósito e sorgo granífero. Os sorgos forrageiros são plantas de porte alto, o que confere alto potencial de produção de massa verde. A produção de massa verde varia de 50 a 70 t/ha no primeiro corte, e pode-se colher de 30 a 70% no segundo corte, rebrota. Em geral, são materiais de colmo suculento, com elevado teores de açúcar, pois são derivados dos materiais genéticos dos chamados sorgos sacarinos. Os sorgos de duplo propósitos são sorgos forrageiros de alta qualidade, produzem silagens de qualidade comparável a do milho. A altura varia de 2,00 a 2,30m, produção de massa verde de 40 a 55 t/ha e uma produção de 4 a 6 t/ha de grãos, o que confere alta qualidade a silagem. Esse tipo de sorgo apresenta no segundo corte, de 20 a 50% da produção obtida no primeiro corte. O sorgo granífero apresenta porte baixo, até 1,70m, desenvolvido para a produção de grãos, podendo chegar a 8 t/ha de grãos secos, apesar da baixa produção de matéria verde, abaixo de 30t/ha, o que eleva o custo da silagem. A silagem confeccionada com esse tipo de sorgo apresenta alta qualidade devido à percentagem de grãos presentes. Apresenta baixa produção de massa verde no segundo corte, porém pode alcançar uma produção de mais de 2 t/ha de grãos (Miranda & Pereira, 2006).

Miron et al. (2005), ao comparar três variedades de sorgo (silobuster, supersile e brow midrib híbrido BMR – 101) com o sorgo comercial FS-5, encontraram maiores teores de fibra em detergente neutro nas folhas do que nos caules e panículas, o que resultou em uma menor digestibilidade *in vitro* das folhas em relação aos outros dois órgãos da planta. As panículas ricas em grãos apresentaram maiores digestibilidade, os caules ricos em carboidratos solúveis apresentaram digestibilidade intermediária, enquanto que as folhas ricas em FDN apresentaram menor digestibilidade. O resultado refletiu que o teor de FDN da planta, caules e folhas ricos em lignina foram menos digestíveis que as panículas. O autor ainda comentou que em todas as variedades a digestibilidade da FDN e da matéria seca das panículas foi maior que do caule e folhas, o que sugere que a composição do FDN influenciou a digestibilidade, e que o FDN das panículas é rico em componentes primários da parede celular, os quais são altamente digestíveis, enquanto que folhas e caules são ricos em lignina.

Tanto fenação quanto ensilagem causam alterações acentuadas na composição química da forragem e, dependendo da intensidade dessas alterações, têm-se reduções no valor nutritivo e na qualidade da forragem conservada. O processo fermentativo promove reduções nos teores de carboidratos solúveis (CS) e de proteína verdadeira, elevação na concentração de ácidos orgânicos e nitrogênio não proteico (NNP), com consequente redução do valor nutritivo (VN) e decréscimo no consumo e na utilização dos nutrientes provenientes da silagem (Reis & Silva, 2006).

Miron et al. (2007) analisando duas variedades de sorgo forrageiro, FS-5 e BMR-101, em pequenos silos experimentais e em silos comerciais, observaram alteração da composição bromatológica da silagem em relação ao material *in natura*. Houve perda de 8% da matéria seca, principalmente em forma de gás, solubilização de 4% da hemicelulose da variedade FS-5 e 12% da variedade BMR-101, bem como alta conversão de carboidratos solúveis em, principalmente, lactato, etanol e acetato, nos silos experimentais. Nos silos comerciais houve conversão mais extensiva dos carboidratos solúveis em lactato e este em acetato e etanol. Nos pequenos silos experimentais houve recuperação de 19% do carboidrato solúvel do material *in natura* na silagem da variedade FS-5 e 25% da BMR-101 e de 11,72% da FS-5 e 14,16% da BMR-101 em silos comerciais. Ocorreram perdas de proteína bruta de 15% da variedade FS-5 e 11% da variedade BMR-101.

Pesquisas com silagem até o presente momento têm se concentrado em diminuir a diferença entre o valor alimentício da forragem original e aquela resultante do processo de ensilagem, pois, de forma geral, é aceito que o consumo voluntário de silagem é menor do que o da mesma forragem quando não sofreu processo fermentativo (Charmely, 2001).

De acordo com o NRC (2001), a ingestão de matéria seca apresentou correlação positiva com o aumento do teor de matéria seca no alimento em dieta de idêntica composição, entretanto não afetou o consumo de grãos quando encharcados em água para obter 35%, 45% e 60% de matéria seca na dieta. Publicações a respeito da relação entre o conteúdo de matéria seca e a sua ingestão por parte dos animais são conflitantes e não é aparente um conteúdo de matéria com o qual se obtenha a máxima ingestão.

A maioria dos alimentos de baixo teor de matéria seca é fermentada e a diminuição da ingestão de matéria seca, quando ofertada, é geralmente devido aos produtos finais da fermentação e não a água em si (NRC, 2001). Segundo Van Soest (1994), o consumo de silagem muitas vezes tende a ser menor do que o esperado em relação ao consumo de feno

com conteúdo de FDN e digestibilidade similares, o que pode ser consequência do desbalanço de nutrientes decorrente das alterações qualitativas ocorridas durante o processo de fermentação. Segundo o autor, existem três hipóteses relacionadas ao baixo consumo de silagens: presença de substâncias tóxicas, como aminas produzidas durante o processo de fermentação; alto conteúdo de ácidos nas silagens extensivamente fermentadas, causando redução na aceitabilidade; diminuição na concentração de carboidratos solúveis e, conseqüentemente, na disponibilidade de energia para o crescimento de microorganismos.

O potencial do sorgo para a confecção de silagem foi avaliado por Ribeiro et al. (2007), que trabalharam com cinco genótipos de sorgo, encontraram teores de matéria seca variando entre 26,03 – 39,22%, colhido aos 100 dias de idade, o teor de proteína bruta manteve-se estável durante o processo de estabilização da silagem, variando de 5,73 a 8,33%, o que, de acordo com o descrito por Van Soest (1994) que não varia durante o processo, apesar da possibilidade de as frações nitrogenadas serem alteradas. Os autores encontraram valores de $N-NH_3/NT$ muito abaixo de 11%, sendo 3,66% o maior valor encontrado aos 56 dias de armazenamento, o que, segundo os autores citando Oshima e McDonald (1978), AFRC (1987) e Henderson (1993), seria considerado uma silagem de boa qualidade devido a reduzida perda. Outro parâmetro avaliado pelos autores foi o pH da silagem, o qual também apresentou dentro dos padrões desejáveis, variando entre 3,69 e 4,58.

Souza et al. (2003), avaliando digestibilidade de diferentes cultivares de sorgo forrageiro com ovinos, encontraram valores de digestibilidade aparente (DA) variando entre 50,2 - 63,7% para matéria seca (MS) e 37,5 - 53,4%; para proteína Bruta (PB). Os autores afirmam que os cultivares com maior coeficiente de digestibilidade da matéria seca apresentam maiores proporções de panícula, esta que é rica em amido e altamente digestível, aumentando, assim, a degradabilidade e promovendo uma maior ingestão de matéria seca.

Os resultados dos trabalhos anteriores mostraram maiores coeficientes de digestibilidade para os cultivares sacarino e granífero em comparação com os cultivares forrageiros, apesar da maior digestibilidade dos cultivares sacarino e granífero, o cultivar forrageiro torna-se importante a partir do momento que se busca obter a maior quantidade

de nutriente por área, uma vez que a produção de matéria seca dos cultivares de sorgo forrageiro é bastante elevada.

O Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA) tem trabalhado no melhoramento do sorgo, objetivando obter variedades adaptadas ao semi-árido com elevada produtividade e resistência às principais pragas e doenças. Desse modo, foi usado os cultivares IPA-7301218 para cruzamentos com cultivares sacarinos tradicionais para a obtenção do material forrageiro IPA 467-4-2. Este material consiste de variedade de elevado potencial de produção, sendo a variedade mais comercializada na região Nordeste e avaliada como promissora no Vale do Itajaí-SC (Tabosa et al., 1999).

O cultivar IPA SF-25, obtido do cruzamento entre IPA-7301218 x IPA 7301158, de colmo semi-sacarino apresenta-se como mais promissor do que o IPA-467-4-2, face ao reduzido percentual de acamamento verificado (Tabosa et al., 1999).

Neiva et al. (1999), avaliando a produção de matéria seca de cultivares e híbridos de sorgo em áreas irrigadas no Rio Grande do Norte, realizando corte no estágio do grão farináceo duro, obtiveram 10741 kg/ha e 17197 kg/ha de produção de matéria seca para o cultivar IPA 467-4-2 e IPA SF-25, respectivamente. Os autores ainda comentaram que a faixa ótima de produção encontrada em ensaios com sorgo seria de 10 a 15 t/ha, segundo Zago (1991) e Carvalho (1995).

Monteiro et al. (2004), avaliando o desempenho de sorgos forrageiros para o semi-árido de Pernambuco verificaram que o cultivar IPA SF-25 apresentou maior altura de planta (298cm), produção de matéria seca de 11,02 t/ha, sendo superado apenas pelo híbrido Hss-14 (ATX623 X PU7664237) e eficiência de uso da água de 324 kg água/kg MS, valor esse bem próximo ao citado por Tabosa et al. (2002), que afirma que o valor médio para Pernambuco foi de 329 kg água/kg MS produzida.

Segundo Tabosa et al. (1999), o cultivar de sorgo granífero IPA 7301011 destacou-se no programa de melhoramento genético do IPA devido seu elevado potencial de produção e ausência de tanino nos grãos, produzindo 5 toneladas de grãos por hectare e 4 toneladas de matéria seca/hectare de forragem.

Lima et al. (2007a) avaliando cultivares de sorgo granífero em condições de sequeiro, no município de Canguaretama - RN, relataram uma produção de 2,42 t/ha de grãos e altura média de plantas de 1,7m, para o cultivar IPA-8602564. Porém, Lima et al.

(2007b), avaliando também o cultivar IPA-8602564, em condições irrigadas no município de Touros - RN, relataram 3,73 t/há de grãos e altura média de planta de 1,5m, sendo que nas duas condições foi constatado 100% de sobrevivência.

O cultivar de sorgo IPA 8602502, desenvolvido pelo IPA é classificado como sacarino, sem tanino de dupla finalidade, produção de grãos e confecção de silagens. É um cultivar recomendado para o semi-árido nordestino, que visa suprir a demanda da pecuária local. O cultivar apresenta altura de 1,8m a 2m, um ciclo de 80 a 110 dias, elevada capacidade de rebrota e de resistência ao tombamento, produção de 3 a 5 toneladas de MS/ha e 5 a 7 toneladas de grãos por hectare.

Referências bibliográficas

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL-AFRC. **Energy and Protein Requirements of Ruminants**. An advisory manual prepared by the AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients. CAB INTERNATIONAL / UK, 1993. 159p.

CÂNDIDO M. J. D.; OBEID J. A.; PEREIRA O. G.; CECON P. R.; QUEIROZ A. C. DE; PAULINO M. F.; GONTIJO NETO M. M. Valor Nutritivo de Silagens de Híbridos de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sob Doses Crescentes de Adubação. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.31, n.1, p.20-29, 2002.

HENDERSON, N. Silage additives. **Animal Feed Science and Technology**. v.45, n.1, p.35-56, 1993.

LIMA, J. M. P. de; LIMA, M. L. de; FREITAS, M. O. de; OLIVEIRA, J. S. F. de; Avaliação de cultivares de sorgo granífero sob condições de sequeiro no Estado do Rio Grande do Norte. 2007a. Disponível em: http://www.emparn.rn.gov.br/links/publicacoes/publicacoes_resumos.htm. Acesso em: 13/05/2009.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. (Eds). **The Biochemistry of silage**. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.

MIRANDA J. E. C. DE; PEREIRA J. R.; Tipos de sorgo para silagem. **Instruções técnicas para o produtor de leite**. Coronel Pacheco, Embrapa/CNPGL. n.51, p.1-2, 2006.

MIRON J.; ZUCKERMAN E.; SADEH D.; ADIN G.; NIKBACHAT M.; YOSEF E.; BEN-GHEDALIA D.; CARMÍ A.; KIPNIS T.; SOLOMON R.. Yield, composition and in vitro digestibility of new forage sorghum varieties and their ensilage characteristics. **Animal Feed Science and Technology**. v.120, n.1, p. 17-32, 2005.

MIRON, J.; ZUCKERMAN, E.; ADIN G.; NIKBACHAT, M.; YOSEF, E.; ZENOU, A.; WEINBERG, ZWI, G.; SOLOMON, R.; BEN-GHEDALIA, D. Field yield, ensiling properties and digestibility by sheep of silages from two forage sorghum varieties. **Animal Feed Science and Technology**, v.136, n.3, p. 203–215, 2007.

MONTEIRO M. C. D.; ANUNCIÇÃO FILHO C. J. da; TABOSA J. T.; OLIVEIRA F. J. de; REIS O. V. dos; BASTOS G. Q. Avaliação do desempenho de sorgo forrageiro para o semi-árido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. v.3, n.1, p.52-61, 2004.

NEIVA J. N. M.; OLIVEIRA J. F. de; SOUZA M. L. de O.; PITOMBEIRA J. B.; FREITAS J. B. S.; PIMENTEL J. C. M. Produção de cultivares e híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) cultivados em áreas irrigadas do estado do Ceará. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, Juiz de Fora, 1999. **Anais...** Juiz de Fora, SBZ, 1999. np (CD-ROM).

NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7 ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 2001, 381p.

NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; DIAS, F. N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM/CCA/DZO, 2001. p.319.

OSHIMA, M., McDONALD, P. A review of changes in nitrogenous compounds in herbage during ensiling. **Journal of Science Food Agriculture**. v.29, n.6, p.497-505, 1978.

PEREIRA, O.G.; OBEID, J.A.; GOMIDE, J.A. QUEIROZ, A. C. Produtividade de uma variedade de milho (*Zea mays* L.) e de três variedades de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e o valor nutritivo de suas silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.1, p.31-38, 1993.

PESCE D. M. C.; GONÇALVES L. C.; RODRIGUES J. A. S.; RODRIGUEZ N. M.; BORGES I. Análise de Vinte Genótipos de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), de Portes Médio e Alto, Pertencentes ao Ensaio Nacional. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.4, n.29, p.978-987, 2000.

REIS R. A.; SILVA S. C. DA. Consumo de forragens. In: BERCHIELLI, T.T.; PIREZ, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.) **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006, p.79-103.

RIBEIRO C. G. M.; GONÇALVES L. C.; RODRIGUES J. A. S.; RODRIGUEZ N. M.; BORGES I.; BORGES A. L. C. C.; SALIBA E. O. S.; CASTRO G. H. F.; RIBEIRO JUNIOR G. O.; Padrão de fermentação da silagem de cinco genótipos de sorgo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.6, p.1531-1537, 2007.

SILVA, M. M. C. DA; GUIM, A.; PIMENTA FILHO, E. C.; DORNELLAS, G. V.; SOUSA, M. F. DE; FIGUEIREDO, M. V. DE; Avaliação do padrão de fermentação de silagens elaboradas com espécies forrageiras do estrato herbáceo da caatinga nordestina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.87-96, 2004.

SOUZA, V. G. DE; PEREIRA, O. G.; MORAES, S. A. DE; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S. DE C.; ZAGO, C. P.; FREITAS, E. V. V.; Valor Nutritivo de Silagens de Sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.753-759, 2003.

TABOSA, J. N.; REIS, O. V.; BRITO, A. R. M. B.; MONTEIRO, C. D. M.; SIMPLÍCIO, J. B.; OLIVEIRA, J. A. C.; SILVA, F. G.; AZEVEDO NETO, A. D.; DIAS, F. M.; LIRA, M. A.; TAVARES FILHO, J. J.; NASCIMENTO, M. M. A.; LIMA, L. E.; CARVALHO, H. W. L.; OLIVEIRA, L. R. Comportamento de cultivares de sorgo forrageiro em diferentes ambientes agroecológicos dos estados de Pernambuco e Alagoas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.2, p.47-58, 2002.

TABOSA, J. N.; LIMA, G. S. DE; LIRA, M. DE A; TAVARES FILHO, J. J.; BRITO, A. R. DE M. B.; Programa de Melhoramento de Sorgo e Milheto em Pernambuco. In: **Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro**. Disponível em: <<http://www.cpatas.embrapa.br:8080/catalogo/livrorg/sorgo.pdf>> . Acesso em: 15/02/2010.

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

ZAGO, C.P. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: SIMPOSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4., 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1991. p.169-217.

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE SILAGENS DE DIFERENTES CULTIVARES DE SORGO (*Sorghum bicolor* L. MOENCH)⁽¹⁾

Luis Felipe Pereira Borba Carvalho⁽²⁾ Marcelo de Andrade Ferreira⁽²⁾, Adriana Guim⁽²⁾, José Nildo Tabosa⁽³⁾, Luiz Henrique dos Santos Gomes⁽²⁾ e Sabrina Carla Rodrigues Felix⁽²⁾

(1) Parcialmente financiado pelo CNPq

(2) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia, Rua D. Manoel de Medeiros, s/n Dois Irmãos 52171-900 - Recife, PE – Brasil. luisfelipeborba@hotmail.com, ferreira@dz.ufrpe.br, aguim@dz.ufrpe.br, luizhzootecnista@hotmail.com, bina.los@hotmail.com

(3) Instituto Agrônomo de Pernambuco, Diretoria de Pesquisa, Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento. Av. Gal San Martin, 1371 Bongi 50761-000 - Recife, PE - Brasil - Caixa-Postal: 1022. tabosa@ipa.br

Resumo – Objetivou-se avaliar o valor nutritivo de silagens de diferentes cultivares de sorgo. Foram utilizados cinco ovinos machos castrados sem padrão racial definido com peso corporal médio de 26 kg. Os animais foram distribuídos em delineamento experimental quadrado latino (5x5), e alojados em gaiolas metabólicas equipadas com coletores de fezes e urina. Os tratamentos consistiram de silagem de cinco cultivares de sorgo: IPA 1011, IPA 2564 (graníferos); IPA 2502 (duplo propósito); IPA SF-25 e IPA 467 (forrageiros). O teor de proteína das silagens foi corrigido para 12% com a adição da mistura ureia-sulfato de amônio (9:1). Os cultivares 1011, 2564 e 2502 proporcionaram maiores consumos de matéria seca, carboidratos totais, nutrientes digestíveis totais e menores de fibra em detergente neutro. Os cultivares 1011 e 2564 proporcionaram maiores coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca e orgânica, e juntamente com o 467 e o SF-25 os maiores coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta. Os cultivares 1011 e 2564 proporcionaram maiores teores de nutrientes digestíveis totais. Todos os cultivares proporcionaram balanço de nitrogênio positivo. Em função dos valores observados para consumo e digestibilidade dos nutrientes, as silagens dos cultivares graníferos apresentaram maior potencial.

PALAVRAS-CHAVE: Composição, volumoso, consumo, digestibilidade, balanço de nitrogênio.

NUTRITIVE VALUE OF DIFERENTS SILAGE SORGHUM (*Sorghum bicolor* L. MOENCH) CULTIVARS

Abstract – The aim of present experiment is to evaluate silage nutritive value of different sorghum cultivars. Five 26kg live weight, without defined racial pattern lambs where used in a 5X5 Latin square experimental design. Animals were housed in feeder, water fall, saltshaker, urine and feces collector equipped metabolic crates. Treatments were silage of five different sorghum cultivars: IPA 1011 and IPA 2564 (grain sorghum); IPA 2502 (dual purpose sorghum); IPA SF-25 and IPA 467 (forage sorghum). Protein level was corrected to 12% adding a mixture of urea: ammonium. Treatments IPA 1011, IPA 2564 and IPA 2502 provided bigger dry matter, total carbohydrate and total digestible nutrients intakes. and smaller neutral detergent fiber intake. Cultivars IPA 1011 and IPA 2564 provided higher dry matter apparent digestibility coefficient and organic matter apparent digestibility coefficient. Cultivars IPA 1011, IPA2564, IPA SF-25 and IPA 467 provided higher crude protein apparent digestibility coefficient. Cultivars IPA 1011 and IPA 2564 had highest total digestible nutrients levels. All cultivars provided positive nitrogen. According to nutrient intake and digestibility values, grain sorghum silages presented highest potential.

KEY WORDS: Forage composition, intake, digestibility, nitrogen balance.

Introdução

Climaticamente, o semi-árido brasileiro caracteriza-se por clima quente e seco, com duas estações, a seca e a úmida, com pluviosidade situada nas isoietas de, aproximadamente, 300-800 mm. A maior parte das chuvas se concentra em três a quatro meses dentro da estação da úmida, acarretando um balanço hídrico negativo na maioria dos meses do ano e elevado índice de aridez. Observam-se ainda temperaturas médias em torno de 28°C, sem significativas variações estacionais (Araújo Filho et al., 1995).

No Brasil, devido à estacionalidade de produção das pastagens e à intensificação dos sistemas de produção, o uso de silagem de sorgo vem crescendo a cada ano, principalmente em regiões áridas e semi-áridas, onde a cultura se sobressai, por sua maior resistência ao estresse hídrico. O Brasil, segundo Zago (1991), é um dos países com maiores potencialidades de adaptação e crescimento da cultura de sorgo no mundo.

O sorgo apresenta grande número de cultivares, sendo cultivados entre as latitudes 45° norte e 45° sul, principalmente com precipitações entre 375 e 625 mm; desta forma, faz-se necessário o conhecimento da cultivar com relação a sua aptidão para que não ocorram erros quanto à intenção da exploração. É uma cultura que apresenta capacidade de rebrota, o que permite dois cortes a partir da mesma semeadura. Assim, o agricultor economiza nas operações de preparo do solo e de semeadura, quantidade de sementes utilizadas para semeadura e, além do mais, maximiza a utilização da área, reduzindo o custo de produção. Se as condições forem favoráveis, como temperatura e umidade do solo, no segundo podem se alcançar valores de 40 a 70% do rendimento obtido no primeiro corte (Casela et al., 1986).

A pecuária na região Nordeste do Brasil é caracterizada por baixos índices de produtividade dos rebanhos. Uma das principais causas dos baixos índices produtivos obtidos é a baixa qualidade da forragem, bem como a produção estacional da mesma. A produção estacional de forragem gera o problema da entressafra de oferta de produto animal uma vez que durante o período de escassez de forragem os animais tendem a perder peso (Teixeira et al., 2003).

Através do Zoneamento Agroecológico de Pernambuco (ZAPE, 2001), realizado pela Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária e Embrapa Solos, foi elaborado o Zoneamento de Risco Climático para a cultura do Sorgo em Pernambuco, que identificou em 112 municípios do estado, nas mesorregiões do Agreste e Sertão, com aptidão para a produção do sorgo. Nestes 112 municípios, o potencial para áreas zoneadas ultrapassa 4 milhões de hectares, considerando solos de aptidão preferencial (sem restrições significativas de natureza climática e/ou pedológica) e aptidão regular (compreende áreas com restrições moderadas de natureza climática e/ou pedológicas) (Tabosa & Santiago, 2005).

O Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) tem trabalhado no melhoramento do sorgo, objetivando obter variedades adaptadas ao semi-árido com elevada produtividade e resistência às principais pragas e doenças. O programa de melhoramento genético do IPA tem apontado como promissores alguns cultivares, entre eles: os cultivares forrageiros IPA SF-25 e IPA 467-4-2, devido à elevada produção de matéria seca e resistência a tombamento, os cultivares graníferos IPA 7301011 e IPA 8602564, e o cultivar de duplo propósito IPA 8602502.

Vale salientar que as variedades de sorgo IPA 7301011, IPA 8602564, IPA 8602502, IPA SF-25 e IPA 467-4-2 não passaram por uma avaliação com animais e, segundo Euclides & Euclides Filho (1998), a avaliação de forrageiras não pode prescindir

de utilizar animais. A presença de animais tem como pressuposto básico fazer com que os resultados obtidos sejam mais representativos das condições dos sistemas de produção. A avaliação da digestibilidade *in vivo* pode ser mais adequada do que *in vitro* para avaliação do valor nutritivo real, devido à adição de fatores como: ingestão voluntária da forragem, degradabilidade no retículo-rúmen, e absorção dos nutrientes ao longo de todo o trato gastrointestinal.

Objetivou-se avaliar o valor nutricional de cinco silagens de sorgo de diferentes cultivares.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no período de fevereiro a abril de 2009. Foram utilizados cinco ovinos machos castrados sem padrão racial definido com peso corporal médio de 26 kg. Os animais foram distribuídos em delineamento experimental quadrado latino (5x5), sendo cinco animais e cinco tratamentos (silagem de diferentes cultivares de sorgo) e cinco períodos. O experimento foi dividido em cinco períodos de quinze dias, sendo dez para adaptação às dietas e cinco para coleta dos dados e amostras.

Os animais foram alojados em gaiolas metabólicas individuais (1,10m x 0,55m) suspensas, com piso telado de forma que foi possível a separação das fezes e urina em coletores distintos, providas de comedouro, bebedouro e saleiro. A água e o sal mineral estavam disponíveis durante todo experimento. Os animais foram tratados contra endo e ectoparasitas antes do início do experimento.

Os tratamentos experimentais corresponderam a silagens de cinco cultivares de sorgo, sendo dois graníferos: IPA 7301011(IPA 1011) e IPA 8602564 (IPA 2564), um de duplo propósito: IPA 8602502 (IPA 2502), e dois forrageiros: IPA 467-4-2 (IPA 467) e

IPA SF-25. As silagens foram confeccionadas na Estação Experimental do Instituto Agrônômico de Pernambuco (IPA) em São Bento do Una, no agreste semi-árido de Pernambuco. A colheita e ensilagem do material foram realizadas quando o grão atingiu o estágio farináceo de maturação (Silva et al., 2010). A planta de sorgo foi passada em máquina forrageira e picada em tamanho de aproximadamente 3 cm. As silagens foram acondicionadas em tambores metálicos e armazenadas em local protegido da radiação solar direta e das chuvas. As silagens foram analisadas, previamente, quanto ao teor de matéria seca e proteína bruta, e as ofertas foram ajustadas para o consumo de 3% do peso corporal de matéria seca por dia e 12% de proteína bruta.

Os animais foram pesados no início e término de cada período de coleta para ajuste da oferta. Para o ajuste do teor de proteína bruta foi utilizada a mistura de ureia:sulfato de amônio (9:1). As dietas foram divididas em duas ofertas iguais diárias, às 8h e às 14h. Foram coletadas amostras das silagens no momento da abertura e durante o início de cada período de coleta. Para controle do consumo, as quantidades oferecidas e as sobras foram pesadas diariamente, também foi feita a coleta total das fezes durante os últimos 5 dias de cada período experimental.

As fezes foram coletadas em intervalos de 24h, nos cinco dias de coleta, pesadas e retirada uma alíquota de 20%. As sobras foram pesadas diariamente imediatamente antes da oferta das 8h, da qual foi retirada uma alíquota de 20%. As cinco amostras obtidas por período por animal foram homogeneizadas de forma a se obter uma amostra composta de fezes e sobras por período por animal. As amostras de urina foram obtidas através da coleta do material excretado em um período de 24h que foi captado em recipiente específico para a finalidade, contendo solução ácida de ácido sulfúrico (H_2SO_4), com o intuito de evitar perdas de nitrogênio por volatilização. As amostras de sobras foram conservadas em

freezer para posteriores análises, enquanto que as de fezes foram pré-secadas em estufa a 60°C e armazenadas em sacos plásticos de forma a compor a amostra composta.

Foram determinados os teores de matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), cinzas, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB), e foi determinado o teor de nitrogênio total das amostras de urina (Silva & Queiroz, 2002), com exceção a determinação da fibra que foram utilizados sacos de tecido não-tecido (TNT) 100 g/m², e autoclave. Foi também determinado o teor de nitrogênio no resíduo de FDN e de FDA das silagens, obtendo-se, desta forma, os teores de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e em detergente ácido (NIDA). Os carboidratos totais (CHO) e os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados segundo Sniffen et al. (1992), $CHO = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$, $NDT = (PB \text{ ingerido} - PB_{\text{fecal}}) + 2,25(EE \text{ ingerido} - EE_{\text{fecal}}) + (CHOT \text{ ingerido} - CHOT \text{ fecal})$. As silagens também foram analisadas quanto ao pH (Silva & Queiroz, 2002) e nitrogênio amoniacal (Fenner, 1965, adaptada por Vieira, 1980), no momento da abertura do silo.

Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram determinados de acordo com o proposto pelo NRC (2001) $CNF = 100 - (\%FDN + \%PB + \%EE + \%cinzas)$. Os coeficientes de digestibilidade (CD) foram calculados por:

$$CD = ((\text{nutriente ingerido} - \text{nutriente excretado}) / \text{Nutriente ingerido}) \times 100$$

O balanço de nitrogênio (BN) foi calculado subtraindo-se o nitrogênio excretado nas fezes e urina, do nitrogênio total ingerido ($BN = N \text{ ingerido} - N \text{ fezes} - N \text{ urina}$).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando necessário, utilizou-se o teste de Tukey para comparação das médias ($P < 0,05$). A análise estatística foi realizada com o auxílio do software SAEG versão 8.0 (2000).

Resultados e discussão

As silagens de sorgo apresentaram variações quanto a composição bromatológica, pH e N-NH₃ (Tabela. 1). Os teores de matéria seca das silagens encontram-se próximos as faixas recomendadas por Nússio et al. (2001) e Silveira (1988), (35 – 40% e 30 – 40%, respectivamente), para obtenção de silagens de boa qualidade.

Baixos teores de matéria seca podem influenciar positivamente o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*, além de possibilitar a perda de nutrientes por efluentes no momento da compactação (McDonald et al., 1991). Por outro lado, altos teores de matéria seca dificultam a compactação do material, impedindo o estabelecimento da anaerobiose e abaixamento do pH acarretando perdas no material ensilado.

O teor de proteína bruta variou entre 7,68% para o cultivar IPA 1011 a 5,66%, para o IPA SF-25, valores esses que encontram-se bem próximos a teores de proteína bruta em silagem de sorgo de diversos cultivares citados na literatura (Pimentel et al., 1998; Molina et al., 2003; Souza et al., 2003; Pereira et al., 2007; Miron et al., 2007; Oliveira et al., 2009). Exceto o cultivar IPA 1011, todos os cultivares apresentaram valores bastantes reduzidos, inferiores a 7%, o que é considerado um valor crítico para a plena atividade dos microorganismo ruminais, contribuindo para uma menor digestibilidade da forragem e depressão no consumo voluntário (Orskov, 1982).

O cultivar IPA 2564, quando comparado com os demais, apresentou maiores teores de NIDN (16,61%) e NIDA (16,37%), expresso em percentagem do nitrogênio total (NIDN/NT), seguidos pelos cultivares forrageiros IPA 467 e IPA SF-25. O cultivar de duplo propósito IPA 2502 apresentou teores intermediários e o cultivar de sorgo granífero IPA 1011 apresentou os menores valores de NIDN (9,62%) e NIDA (9,51%).

Os valores de NIDN e NIDA encontrados no presente trabalho estão abaixo dos valores encontrados por Rodrigues et al. (2002), Oliveira et. al. (2009) e Pereira et. al. (2007). Valadares Filho et al. (2006), apresentaram a composição das silagens separadas de acordo com o nível de participação da panícula na massa total, 13,05% NIDN/NT para sorgo forrageiro, 11,08% NIDN/NT para sorgo de duplo propósito e entre 10,10 e 11,13% NIDN/NT para sorgo granífero. Resultados esses que encontram-se bem próximos aos do presente trabalho, exceto para o cultivar IPA 2564, que apresentou um elevado NIDN e NIDA (16,37%). O NIDA corresponde à fração nitrogenada indigestível, que está ligada a lignina, taninos e as proteínas danificadas pelo calor. O NIDN corresponde à fração nitrogenada ligada à parede celular, porém potencialmente degradável (Santos, 2006).

Os valores de carboidratos totais estão bem próximos para todas os cultivares, variando entre 85,78% (IPA1011) a 89,07% (IPA SF-25), porém as frações desses carboidratos apresentaram diferenças. Os cultivares graníferos e de duplo propósito apresentaram maiores teores de carboidratos não fibrosos (CNF), (IPA 1011 - 39,46%, IPA 2564 - 37,83% e IPA 2502 - 38,46%) quando comparados aos cultivares forrageiros, (IPA SF-25 - 21,03% e IPA 467 - 24,56%), enquanto que menores valores de FDN e FDA foram encontrados para os cultivares graníferos (IPA 1011 e IPA 2564) e de duplo propósito (IPA 2502) em relação aos cultivares forrageiros (IPA SF-25 e IPA 467). Estes resultados provavelmente aconteceu devido ao aumento da proporção de grãos nas silagens.

Os valores de pH encontrados nas silagens, variaram de 3,3 a 3,8. Exceto a silagem do cultivar IPA 2502, os demais valores encontram-se ligeiramente abaixo do proposto por McDonald (1991), que afirmou que silagens de material não pré-seco, bem preservadas, deveriam apresentar valores de pH variando entre 3,7 e 4,0. A estabilização do pH na silagem deve-se a interações entre concentração da matéria seca, da capacidade tamponante (Fischer & Burns, 1987), das concentrações de carboidratos solúveis e do

lactato e das condições de anaerobiose do meio (Haigh, 1990; Henderson, 1993; Moisis & Heikonen, 1994).

Os teores de N-NH₃ expresso em %N total encontrados na silagem no momento da abertura do silo variaram de 1,02 a 2,13, indicando que não houve acentuada proteólise, não comprometendo a qualidade da silagem. Segundo Oshima e McDonald (1978), AFRC (1987) e Henderson (1993) o teor de N-NH₃ do nitrogênio total abaixo de 11% indica uma reduzida proteólise. Os valores N-NH₃ encontrados no presente trabalho são inferiores aos encontrados por diversos autores que analisaram silagem de sorgo (Rodrigues et al., 2002; Molina et al., 2003; Oliveira et al., 2007; Oliveira et al., 2009), indicando que os presentes materiais sofreram menos deterioração no processo de fermentação e estabilização da silagem.

Através dos valores de pH e N-NH₃ encontrados, pode-se inferir que o material ensilado teve uma rápida queda de pH a níveis capazes de impedir a proliferação de microorganismos indesejados, aqueles que utilizam proteína, principalmente as bactérias do gênero *Clostridium*. Segundo McDonald et al. (1991), um pH de 4,2 é suficientemente baixo para evitar o crescimento de bactérias do gênero *Clostridium*.

O cultivar de sorgo granífero IPA 2564 proporcionou maior consumo de matéria seca, sendo este semelhante aos cultivares IPA 1011 e IPA 2502 (Tabela 2). Esse comportamento foi, provavelmente, devido à menor proporção da fração fibrosa. McDonald (1991) relatou que o consumo de forragem está relacionado com a taxa de remoção das partículas de forragem do retículo-rúmen, e que essa taxa de remoção está relacionada com a composição química da forragem, taxa de digestão dos constituintes digestíveis e taxa de redução dos componentes indigestíveis.

Os resultados de consumo de matéria seca foram superiores aos encontrados por Miron et al. (2007), 595 g/dia, que utilizou animais castrados com peso médio de 50 kg e

duas variedades de sorgo forrageiro (FS-5 e BMR-101), bem como os encontrados por Mizubuti et al. (2002), fornecendo silagem de sorgo forrageiro colhidas em estágio de maturação do grão leitoso (48,06g/kgPV0,75), com teor de FDN médio de 58,42%.

O consumo de proteína bruta foi reflexo do consumo de matéria seca, uma vez que as dietas eram isoproteicas, proporcionando os cultivares IPA 2564 e IPA 2502 consumos superiores aos demais. O consumo de FDN foi maior para os animais alimentados com o cultivar IPA SF-25 (419,57 g/dia), e semelhante entre os tratamentos restantes, em função do mesmo apresentar o maior teor deste componente (Tabela 1). Os animais que receberam a silagem confeccionada com sorgo granífero apresentaram os maiores consumos de NDT (IPA 1011 - 461,52g/dia e IPA 2564 - 464,20g/dia), enquanto que os tratamentos com sorgo forrageiro os menores, tendo o de duplo propósito proporcionado um nível de consumo intermediário sendo semelhante ao resultado obtido com silagem de sorgo granífero e forrageiro (Tabela 2).

A silagem de sorgo granífero IPA 1011 apresentou coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca superior a silagem de sorgo do cultivar forrageiro IPA SF-25. Esses resultados estão de acordo com McDonald et al. (1991), que afirmou que a diminuição da digestibilidade da forragem está relacionada com o aumento da fração fibrosa, mais especificamente a FDA. O cultivar com maior teor de FDA (Tabela 1) apresentou o menor coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (Tabela 3).

Os resultados de digestibilidade aparente obtidos neste trabalho foram semelhantes aos encontrados por Miron et al. (2007), que comparou o cultivar de sorgo FS-5, com um cultivar de sorgo comercial BMR-101, tanto para matéria seca quanto para proteína bruta, entretanto foram um pouco superiores para FDN. Comparando os tratamentos controle, que foram exclusivamente silagem de sorgo, dos trabalhos dos autores Al-Rokayan et al. (1998) e Rodrigues et al. (2002), os tratamentos do presente trabalho apresentaram maiores

valores de digestibilidade aparente tanto para matéria seca (49,6%, 53,24%), quanto para proteína bruta (49,6%, 36,21%), respectivamente. A diferença do valor da digestibilidade aparente da proteína bruta pode ser devido a adição de uréia, que é uma fonte de nitrogênio não protéico de rápida digestibilidade, que ocorreu tanto no presente experimento quanto no experimento conduzido por Miron et al. (2007). Os menores coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta encontrados para os cultivares IPA 2564, IPA SF-25 e IPA 467, podem estar relacionados com o fato de maior percentagem da proteína bruta está ligada a FDA (Tabela 1).

Os cultivares IPA 1011, IPA 2564, IPA SF-25 e IPA 467 proporcionaram os maiores coeficientes de digestibilidade aparente da FDN, 53,20%, 48,12%, 53,73% e 58,23%, sendo o cultivar IPA 2502 o de menor valor (42,06%), porém igual aos cultivares IPA 1011 e IPA 2564. Os cultivares que apresentaram altos coeficientes de digestibilidade aparente da FDN foi provavelmente devido ao maior tempo de retenção da digesta, uma vez que esses cultivares proporcionaram menores consumos e maior tempo para a ação microbiana.

Os maiores valores de NDT foram encontrados para o cultivar de sorgo granífero IPA 1011, que foi semelhante ao cultivar granífero IPA 2564 e ao cultivar forrageiro IPA 467, uma vez que estes apresentaram resultados similares para o coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (Tabela 3), provavelmente em função da maior proporção de grãos na silagem dos sorgos graníferos e o alto coeficiente de digestibilidade da FDN do cultivar forrageiro IPA 467.

Os tratamentos IPA 2564 e IPA 2502 proporcionaram maiores consumos de nitrogênio do que os demais, o que era de se esperar, uma vez que as dietas eram isoproteicas e estes apresentaram maiores consumos de matéria seca. Os animais que receberam os tratamentos IPA 2564 e IPA 467 apresentaram maior excreção de nitrogênio

fecal, o qual engloba proteína microbiana, proteína e aminoácidos provenientes da dieta que escaparam da digestão e perdas por descamação dos tecidos (NRC, 2001), sendo os demais, estatisticamente semelhantes ao IPA 467 e inferiores ao IPA 2564. Os tratamentos IPA 2564 e IPA 467 apresentaram os maiores valores para nitrogênio insolúvel em detergente neutro (Tabela 1), fração essa que apresenta lenta taxa de degradação ruminal, e ainda o IPA 2564 apresentou alta proporção na forma de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), o qual é altamente indisponível à degradação ruminal, o que é corroborado pelos menores coeficientes de digestibilidade da proteína bruta encontrados para os tratamentos IPA 2564 e IPA 467.

A excreção de nitrogênio via urina não diferiu estatisticamente entre os tratamentos, variando de 3,90 a 4,79 g/dia. A excreção de nitrogênio via urina está relacionada com a alta concentração de uréia no sangue, quando o organismo não tem capacidade de metabolizar.

Todos os tratamentos proporcionaram valores positivos para o nitrogênio retido, indicando que todos apresentavam ganho de nitrogênio. O maior valor para N retido foi encontrado para o tratamento IPA 2502, porém foi estatisticamente semelhante aos tratamentos com cultivares de sorgo IPA 1011, IPA 2564 e IPA 467. Os animais que ingeriram mais matéria seca retiveram mais nitrogênio. Essa diferença não foi encontrada quando o nitrogênio retido foi expresso em gramas/kg de peso vivo metabólico, sendo todos os tratamentos iguais e positivos, variando de 0,26 a 0,43g/kg PV^{0,75}.

As silagens dos cultivares de sorgo analisadas apresentam potencial para utilização na alimentação de ruminantes e representam uma possível alternativa para a produção de alimentos nas condições do nordeste do Brasil. As cultivares graníferas apresentaram um valor nutritivo superior aos cultivares forrageiros, sendo o cultivar de duplo propósito de valor nutritivo inferior aos graníferos e superior aos forrageiros. A escolha do cultivar a ser

utilizado depende da disponibilidade de sementes, produção por área e o objetivo do produtor.

Conclusão

Em função dos valores observados para consumo e digestibilidade dos nutrientes, as silagens dos cultivares graníferos apresentaram maior potencial.

Referências bibliográficas

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL-AFRC. **Energy and Protein Requirements of Ruminants**. An advisory manual prepared by the AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients. CAB INTERNATIONAL / UK, 1993. 159p.

AL-ROKAYAN, S.A.; NASEER, Z.; CHAUDHRY, S.M. Nutritional quality and digestibility of sorghum-broiler litter silages. **Animal Feed Science and Technology**, v.75, p.65-73, 1998.

ARAÚJO FILHO, J.A. **Manipulação da vegetação lenhosa da caatinga para fins pastoris**. Sobral: EMBRAPA-CNPC, 1995. 18p. (EMBRAPA-CNPC. Circular Técnica, 11)

CASELA, C. R.; BORGONOV, R. A.; SHAFFERT, R. E.; SANTOS, F. G. Cultivares de sorgo. **Informe Agropecuário**, v.12, 1986.

EUCLIDES, V. P. B.; EUCLIDES FILHO, K. **Uso de animais na avaliação de forrageiras**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1998. 59p. (EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 74).

FISHER, D. S.; BURNS, J. C. Quality analysis of summer-annual forages. II. Effects of forage carbohydrate constituents on silage fermentation. **Agronomy Journal**, v.79, p.242-248, 1987.

HAIGH, P.M. Effect of herbage water soluble carbohydrate content and weather conditions at ensilage on the fermentation of grass silages made on commercial farms. **Grass Forage Science**, v.45, p.263-271, 1990.

HENDERSON, N. Silage additives. **Animal Feed Science and Technology**, v.45, p.35-56, 1993.

MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. (Eds). **The Biochemistry of silage**. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. p.56-58.

MIRON, J.; ZUCKERMAN, E.; ADIN G.; NIKBACHAT, M.; YOSEF, E.; ZENOU, A.; WEINBERG, ZWI, G.; SOLOMON, R.; BEN-GHEDALIA, D. Field yield, ensiling properties and digestibility by sheep of silages from two forage sorghum varieties. **Animal Feed Science and Technology**, v.136, p.203-215, 2007.

MIZUBUTI, I.Y.; RIBEIRO, E.L.A.; ROCHA, M.A. et al. Consumo e digestibilidade aparente das silagens de milho (*Zea mays* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench.) e girassol (*Helianthus annuus* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.267-272, 2002.

MOISIO, T., HEIKONEN, M. Lactic acid fermentation in silage preserved with formic acid. **Animal Feed Science. Technology**, v.47, p.107-124, 1994.

MOLINA L. R.; RODRIGUEZ N. M.; SOUSA B. M. DE; GONÇALVES L. C.; BORGES I. Parâmetros de Degradabilidade Potencial da Matéria Seca e da Proteína Bruta das Silagens de Seis Genótipos de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), com e sem Tanino no Grão, Avaliados pela Técnica in Situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.222-228, 2003.

NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7 ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 2001, p.44.

NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; DIAS, F. N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas, 2001, Maringá. **Anais... UEM/CCA/DZO**, 2001. p319.

OLIVEIRA S. G. DE; BERCHIELLI T. T.; REIS R. A.; VECHETINI M. E.; PEDREIRA M. DOS S. Fermentative characteristics and aerobic stability of sorghum silages containing different tannin levels. **Animal Feed Science and Technology**, vol.154, p1-8, 2009.

OLIVEIRA S. G. DE; BERCHIELLI T. T.; PEDREIRA M. DOS S.; PRIMAVESI O.; FRIGHETTO R.; LIMA M. A. Effect of tannin levels in sorghum silage and concentrate supplementation on apparent digestibility and methane emission in beef cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v.135, p.236–248, 2007.

OSHIMA, M., McDONALD, P. A review of changes in nitrogenous compounds in herbages during ensiling. **Journal of Science Food Agriculture**. v.29, p.497-505, 1978.

ORSKOV, E.R. **Protein nutrition in ruminants**. London: Academic Press. 1982. 160p.

PEREIRA D. H.; PEREIRA O. G.; SILVA B. C. DA; LEÃO M.I.; VALADARES FILHO S. DE C.; CHIZZOTTI F. H. M.; GARCIA R. Intake and total and partial digestibility of nutrients, ruminal pH and ammonia concentration and microbial efficiency in beef cattle fed with diets containing sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) silage and concentrate in different ratios. **Livestock Science**, v.107, p.53–61, 2007.

PIMENTEL J. J. DE O.; SILVA J. J. C. DA; VALADARES FILHO S. DE C.; CECON P. R.; SANTOS P. S. DOS. Efeito da Suplementação Protéica no Valor Nutritivo de Silagens de Milho e Sorgo. **Revista Brasileira Zootecnia**., v.27, p.1042-1049, 1998.

RODRIGUES, P. H. M.; SENATORE, A. L.; LUCCI, C. DE S.; ANDRADE, S. J. T. DE; LIMA, FELIX R. DE; MELOTTI, L. Valor nutritivo da silagem de sorgo tratada com inoculantes enzimo-microbianos. **Acta Scientiarum**, v.24, p.1141-1145, 2002

SANTOS F. A. P.; Metabolismo das proteínas. In: BERCHIELLI, T.T.; PIREZ, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.) **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 93p.

SILVA F. G. DA; BRITO C. F. DE; OLIVEIRA J. C. DE; RODRIGUES J. P.; TABOSA J. N.; SILVA NETO J. P. DA; **Aspectos gerais do cultivo do sorgo para o semiárido alagoano**. Disponível em: <<http://www.agricultura.al.gov.br/informativo/SORGO%20DIPAP-2010.pdf>>. Acesso em: 26/08/2010.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C.; **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa: UFV, 2002, 235p.

SILVEIRA, A. C.; Produção e utilização de silagens. In: SEMANA DE ZOOTECNIA, 12., 1988, Pirassununga. **Anais...** Campinas: Fundação Cargil, 1988. p.119-134.

SOUZA, V. G. DE; PEREIRA, O. G.; MORAES, S. A. DE; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S. DE C.; ZAGO, C. P.; FREITAS, E. V. V.; Valor Nutritivo de Silagens de Sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.753-759, 2003.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.

TABOSA, J.N.; SANTIAGO, C.D. **O sorgo granífero no Agreste e Setão de Pernambuco - Uma alternativa viável para o Agronegócio Avícola**. IN: EMPRESA PERNAMBUCANA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Relatório Técnico de Projeto. s/d. 6p. 2005.

TEIXEIRA M. C.; NEIVA J. N. M.; MORAES S. A. DE; CAVALCANTE A. C. R.; LÔBO R. N. B.; CARIOCA J. O. B. Desempenho de ovinos alimentados com dietas à base de silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, SCHUM) contendo ou não bagaço de caju. **Anais...**; In reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Santa Maria-RS 2003.

VALADARES FILHO, S.C.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JÚNIOR, V.R.R.; CAPELLE E. R. **Tabelas Brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 2 ed. Viçosa: Suprema Gráfica Ltda – Universidade Federal de Viçosa, p.212, 2006.

VIEIRA, P. F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteína e lipídeos em rações para ruminantes**. 1980. 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa MG, 1980.

ZAGO, C.P. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: SIMPOSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4., 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1991. p.169-217.

ZAPE. **Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco** / Fernando Barreto Rodrigues e Silva.[et al.]. Recife: Embrapa Solos - Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento - UEP Recife; Governo do Estado de Pernambuco (Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária), 2001. CD-ROM. (Embrapa Solos. Documentos; no. 35). ZAPE Digital.

Tabela 1. Composição bromatológica, pH e N-NH₃ das silagens de diferentes cultivares de sorgo.

Nutrientes	Cultivares				
	Graníferos		Duplo propósito	Forrageiros	
	IPA 1011	IPA 2564	IPA 2502	IPA SF-25	IPA 467
MS (%)	31,23 ± 1,16	40,80 ± 1,79	38,51 ± 0,05	43,40 ± 1,80	38,10 ± 1,72
MO ¹	96,03 ± 0,20	96,42 ± 0,23	96,84 ± 0,03	96,31 ± 0,22	95,74 ± 1,42
Cinzas ¹	3,97 ± 0,20	3,58 ± 0,23	3,16 ± 0,03	3,69 ± 0,22	4,26 ± 1,42
PB ¹	7,68 ± 0,34	6,62 ± 0,58	6,16 ± 0,50	5,66 ± 0,65	6,82 ± 0,35
NIDN ²	9,62 ± 0,04	16,61 ± 0,25	11,07 ± 0,01	12,45 ± 0,03	14,01 ± 0,16
NIDA ²	9,51 ± 0,17	16,37 ± 0,44	10,53 ± 0,62	11,84 ± 0,19	11,70 ± 0,43
CHO _{totais} ¹	85,78 ± 0,51	87,87 ± 0,40	88,51 ± 0,55	89,07 ± 1,17	86,70 ± 1,40
CNF ¹	39,46 ± 4,71	37,83 ± 7,90	38,46 ± 2,03	21,03 ± 8,77	24,56 ± 4,06
FDN ¹	46,32 ± 0,29	50,04 ± 0,53	50,04 ± 0,74	68,04 ± 0,41	62,14 ± 0,33
FDNp ¹	45,81 ± 0,04	48,46 ± 0,25	49,41 ± 0,01	66,81 ± 0,03	60,75 ± 0,16
FDA ¹	30,08 ± 0,15	32,86 ± 0,89	34,35 ± 0,52	45,21 ± 0,76	38,85 ± 0,81
LIGNINA ¹	6,48 ± 1,34	6,92 ± 1,00	6,18 ± 0,22	9,03 ± 1,30	7,56 ± 1,14
EE ¹	2,57 ± 0,48	1,92 ± 0,17	2,17 ± 0,02	1,58 ± 0,60	2,22 ± 0,60
pH	3,4 ± 0,00	3,5 ± 0,05	3,8 ± 0,10	3,3 ± 0,00	3,5 ± 0,00
N-NH ₃ ²	2,13 ± 0,28	1,02 ± 0,14	1,20 ± 0,04	1,84 ± 0,12	1,76 ± 0,16

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; NIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido; CHO = carboidratos totais; CNF = carboidratos não fibrosos; FDN = fibra em detergente neutro; FDNp = fibra em detergente neutro livre de proteína; FDA = fibra em detergente ácido; EE = extrato etéreo; NDT = nutrientes digestíveis totais; N-NH₃ = nitrogênio amoniacal.

¹ % da matéria seca.

² % do Nitrogênio Total.

Tabela 2. Consumos de nutrientes.

	Cultivares					
	Graníferos		Duplo	Forrageiros		CV%
	IPA 1011	IPA 2564	propósito IPA 2502	IPA SF-25	IPA 467	
CMS (g/dia)	707,05ab	750,42a	750,47a	668,83bc	624,36c	5,47
CMS (%PC)	2,66ab	2,80a	2,70ab	2,49bc	2,36c	4,66
CMS (g/kgPV ^{0,75})	60,32ab	63,69a	61,94ab	56,73bc	53,49c	4,80
CMO (g/dia)	666,58ab	707,02a	708,29a	626,83bc	583,44c	5,56
CPB (g/dia)	86,57b	94,16a	93,81a	83,74b	81,24b	3,94
CFDN (g/dia)	317,61b	350,78b	339,93b	419,57a	347,58b	7,93
CFDN %PC	1,20b	1,31b	1,23b	1,56a	1,31b	7,33
CFDA (g/dia)	207,05c	234,15bc	241,39b	289,58a	228,48bc	6,62
CNDT (g/dia)	461,52a	464,20a	428,09ab	372,43b	366,27b	9,27

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

CMS = Consumo matéria seca; CMO = consumo de matéria orgânica; CPB = Consumo proteína bruta; CFDN = Consumo fibra em detergente neutro; CFDA = Consumo fibra em detergente ácido; CNDT = Consumo nutrientes digestíveis totais; PC = Peso corporal; PV = Peso vivo.

Tabela 3. Coeficiente de digestibilidade aparente dos diferentes nutrientes.

	Tratamentos					
	Graníferos		Duplo propósito	Forrageiros		CV%
	IPA 1011	IPA 2564	IPA 2502	IPA SF-25	IPA 467	
CDAMS	65,45a	63,58ab	57,96bc	56,46c	59,68abc	5,67
CDAMO	66,67a	63,82ab	58,56b	57,29b	60,32ab	5,77
CDAPB	63,41ab	56,85b	65,96a	58,33b	56,15b	6,15
CDAFDN	53,20ab	48,12ab	42,06b	53,73a	58,23a	10,94
NDT(%MS)	65,28a	61,86ab	57,05b	55,50b	58,72ab	5,72

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

CDAMS = Coeficiente de digestibilidade aparente matéria seca; CDAMO = Coeficiente de digestibilidade aparente matéria orgânica; CDAPB = Coeficiente de digestibilidade aparente proteína bruta; CDAFDN = Coeficiente de digestibilidade aparente fibra em detergente neutro; NDT = nutrientes digestíveis totais; MS = matéria seca.

Tabela 4. Balanço de nitrogênio.

	Cultivares					CV%
	Graníferos		Duplo propósito	Forrageiros		
	IPA 1011	IPA 2564	IPA 2502	IPA SF-25	IPA 467	
N ingerido (g/dia)	13.85b	15.07a	15.01a	13.40b	13.00b	3.94
N fecal (g/dia)	5.06b	6.49a	5.11b	5.57b	5.72ab	7.83
N urinário (g/dia)	4.63a	4.07a	4.66a	4.79a	3.90a	15.94
Balanço de N (g/dia)	4.16ab	4.50ab	5.24a	3.03b	3.39ab	25.48
Balanço de N PV ^{0,75} (g/kgPV ^{0,75})	0.36a	0.38a	0.43a	0.26a	0.29a	25.40

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.
N = Nitrogênio; PV = Peso vivo.