

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**DIETAS A BASE DE PALMA FORRAGEIRA ASSOCIADAS COM  
DIFERENTES FONTES DE FIBRA NA ALIMENTAÇÃO DE OVINOS E  
VACAS EM LACTAÇÃO**

**ALENICE OZINO RAMOS**  
Zootecnista

**RECIFE - PE  
MARÇO - 2011**

**ALENICE OZINO RAMOS**

**DIETAS A BASE DE PALMA FORRAGEIRA ASSOCIADAS COM  
DIFERENTES FONTES DE FIBRA NA ALIMENTAÇÃO DE  
OVINOS E VACAS EM LACTAÇÃO**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, do qual participam a Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção Animal

**Comitê de Orientação:**

**Orientador:** Prof. D.Sc. Marcelo de Andrade Ferreira

**Co-orientadora:** Profa. D.Sc. Antonia Sherlânea Chaves Vêras

**RECIFE - PE  
MARÇO- 2011**

Ficha catalográfica

R175d Ramos, Alenice Ozino  
Dietas a base de palma forrageira associadas com  
diferentes fontes de fibra na alimentação de ovinos e vacas  
em lactação / Alenice Ozino Ramos. -- 2011.  
99 f.: il.

Orientador: Marcelo de Andrade Ferreira.  
Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal  
Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia, Recife,  
2011.

Referências.

1. Consumo 2. Coprodutos 3. Comportamento ingestivo  
4. Digestibilidade 5. Fibra efetiva 6. Semiárido I. Ferreira,  
Marcelo de Andrade, orientador II. Título

CDD 636.2

**ALENICE OZINO RAMOS**

**DIETAS À BASE DE PALMA FORRAGEIRA ASSOCIADAS A DIFERENTES  
FONTES DE FIBRA NA ALIMENTAÇÃO DE OVINOS E VACAS EM  
LACTAÇÃO**

Tese defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 03 de março de 2011

Orientador:

---

Prof. D.Sc. Marcelo de Andrade Ferreira  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Departamento de Zootecnia

Comissão Examinadora:

---

Profa. D.Sc. Juliana Silva de Oliveira  
Universidade Federal da Paraíba  
Departamento de Zootecnia/CCA

---

Prof. D.Sc. Adriano Henrique do Nascimento Rangel  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Departamento de Agropecuária

---

D.Sc. José Nildo Tabosa  
Instituto Agrônômico de Pernambuco – IPA

---

Profa. D.Sc. Adriana Guim  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Departamento de Zootecnia

## BIOGRAFIA DO AUTOR

*Alenice Ozino Ramos*, filha de Antônio Ozino Ramos e Marinete de Araújo Ramos, nasceu em 12 de dezembro de 1979, na cidade de Olinda, Pernambuco.

Em 1998 ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

Durante o curso de graduação, no período de agosto de 2000 a julho de 2003, foi bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq/FACEPE).

Em novembro de 2003 concluiu o curso de Zootecnia pela referida instituição.

Em março de 2004 iniciou o Programa de Pós Graduação em Zootecnia, nível Mestrado, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, concentrando seus estudos na área de Produção Animal, concluindo em fevereiro de 2006.

Em março de 2008 ingressou no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, nível doutorado, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, concentrando seus estudos na área de Produção Animal, submetendo-se à defesa em 03 de março de 2011.

Aos meus pais,

*Antônio Ozino Ramos e Marinete de Araújo Ramos.*

Vocês são minha força, anjos da guarda; estão sempre presentes com toda a dedicação, esforço, incentivos constantes, amor, carinho e muita paciência. Nosso amor é eterno. Amo vocês demais.

À minha princesa,

*Rayka Adrienne Ramos Ferreira,*

Razão do meu viver, amor inexplicável e infinito. Por todo o seu amor, carinho constante, por esse sorriso lindo e contagiante. Eu te amo muito, minha filha linda.

***Dedico***

## AGRADECIMENTOS

A Deus, força maior, por estar sempre a me conduzir para o melhor caminho em minha vida e por fazer presente em todos os momentos, inclusive nos mais difíceis.

Aos meus pais, Antônio Ozino Ramos e Marinete de Araújo Ramos, por toda paciência, dedicação, compreensão, amor e incentivo em minha formação pessoal e profissional. Muito obrigada. Eu amo vocês demais.

À minha filha, Rayka Adrienne Ramos Ferreira, por todo o amor e mil desculpas por todos os momentos em que estive ausente. Obrigada, minha filha, por você existir e me fazer muito feliz. Te amo muito.

Aos meus irmãos e cunhadas, pelo apoio e por acreditarem sempre na minha vida profissional, além do amor.

Ao meu orientador, professor Marcelo de Andrade Ferreira, a quem tenho uma admiração enorme. Parabéns pelo profissionalismo e muito obrigada por toda a orientação, pela paciência, força, confiança, ensino, atenção e incentivo.

À professora Antonia Sherlânea Chaves Vêras, por toda a orientação no mestrado e na graduação, pela confiança, amizade, ensino, atenção e incentivo.

À professora Mércia Virgínia Ferreira dos Santos e José Carlos Batista Dubeux Júnior, por toda a confiança durante a graduação, pelo incentivo a ingressar na iniciação científica e pela força. Incentivo esse que me conduziu à Pós-Graduação.

Aos demais professores do Departamento de Zootecnia, professor Marcílio, Benone, Adriana Guim, Ângela, Robson Vêras, Maria do Carmo, Wilson, Carlos Bôa Viagem, Lúcia Maia, Lucia Brasil e Francisco, por todos os ensinamentos e pela colaboração no decorrer do Curso de Graduação e de Pós-Graduação.

Ao Professor Airon, da Unidade Acadêmica de Garanhuns, por toda a colaboração desde a graduação, pelos incentivos, ensinamentos, atenção, contribuição durante o experimento, sem contar nos conselhos, além da amizade. Muito obrigada, meu amigo.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela grandiosa contribuição em minha formação profissional, oportunidade de realização do curso de Zootecnia, Licenciatura Agrícola, pelo Mestrado e Doutorado.

Ao Departamento de Zootecnia e ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, pela oportunidade, confiança e por todo o aprendizado, além de todos os momentos de alegria.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de estudo.

A Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA, por toda a ajuda e permissão para realização do experimento, pela maravilhosa acolhida aos estudantes.

Ao chefe da Estação Experimental do IPA de Arcoverde, Vladimir, assim como, Djalma, Júlio e Dr. Antônio, por toda colaboração, pelos momentos de descontração, paciência, atenção e amizade. Obrigada por tudo.

A Besouro, Patrício, Luciano, Winston, Sr. José, Dona Nina e todos os funcionários que fazem parte da Estação Experimental de Arcoverde. Muito obrigada por todos os momentos de alegria, dedicação e atenção, e por todos terem colaborado sempre durante o experimento. Vocês também fazem parte desta vitória e deste trabalho.

A todos os amigos do Departamento de Zootecnia, Carol, Stênio, Marcelo, Luciana, Laine, Joelma, Nalígia, Rerisson, Hiran, Adílio, Guilherme, Ana Maria, Alessandra, Evaristo, Thaysa, Mislene, Kedes, Fabiana Lopes, Paulo, Gabriela, Rodrigo, Rafael, Juliana, Priscila, Sharleny, Emmanuelle e Vanessa, pelos momentos de descontração e pela convivência.

Ao amigo que conheci no decorrer do doutorado, através do seminário integrador, José Fábio, muito obrigada por todo o incentivo, por todos os conselhos e, principalmente, nos momentos mais difíceis.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, que contribuíram no decorrer do curso, Wagner, Cristina, Lucinha e Lebre, por toda a colaboração.

Aos amigos que sempre me apoiaram e incentivaram Ana Paula Barros, Pierre Barros, Daniela, Cristiano, Erick, Carlos, Denise, Joelma, João Antônio, Edna, Silvana, Paloma, Glayson e Luciano, muito obrigada pela amizade.

Aos amigos do curso de graduação da UFRPE e da UAG por toda a contribuição, Luiz, Sabrina, Emmanuelle, Marina, Nara, Gabriel, Clara, Rafaela, entre outros que esqueci o nome, mas que estejam representados por essas pessoas. Muito obrigada.

E a todos que contribuíram com uma parcela de orientação e ajuda ao longo não só do curso, mas também de minha vida. Meus sinceros agradecimentos.

*"Um ladrão rouba um tesouro, mas não furta a inteligência. Uma crise destroi uma herança, mas não uma profissão. Não importa se você não tem dinheiro, você é uma pessoa rica, pois possui o maior de todos os capitais: a sua inteligência. Invista nela. Estude!"*

*Augusto Cury*

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
Lista de Tabelas.....	XI
Resumo Geral.....	12
General Abstract.....	14
Introdução Geral.....	16
Referencial Teórico.....	19
Referências .....	28
 <b>Capítulo 1: Diferentes fontes de fibra em dietas à base de palma forrageira na alimentação de ovinos</b>	
Resumo.....	34
Abstract.....	35
Introdução.....	36
Material e Métodos.....	38
Resultados e Discussão.....	45
Conclusões.....	55
Referências.....	56
 <b>Capítulo 2: Silagem de sorgo e feno de maniçoba e dois níveis de concentrado na dieta de vacas em lactação</b>	
Resumo.....	61
Abstract.....	62
Introdução.....	63
Material e Métodos.....	65
Resultados e Discussão.....	74
Conclusões.....	91
Referências.....	92
Considerações Finais.....	96

# LISTA DE TABELAS

## Capítulo 1

	<b>Página</b>
Tabela 1. Composição química dos ingredientes (% MS).....	39
Tabela 2. Composição das dietas experimentais (% MS).....	40
Tabela 3. Consumo de nutrientes das dietas experimentais.....	46
Tabela 4. Coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes.....	48
Tabela 5. Balanço de nitrogênio.....	50
Tabela 6. Comportamento ingestivo.....	52

## Capítulo 2

Tabela 1. Composição química dos ingredientes (% MS).....	65
Tabela 2. Composição das dietas experimentais (% MS).....	66
Tabela 3. Consumo de nutrientes das dietas experimentais.....	75
Tabela 4. Coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes.....	78
Tabela 5. Produção e composição do leite.....	80
Tabela 6. Volume urinário, excreção de creatinina e derivados de purina, produção de nitrogênio e proteína microbiana e eficiência de síntese de nitrogênio e proteína microbiana.....	82
Tabela 7. Excreção de ureia na urina (mg/kgPV).....	85
Tabela 8. Excreção de ureia e nitrogênio uréico.....	86
Tabela 9. Comportamento ingestivo.....	88

## **Resumo Geral**

Foram realizados dois experimentos, o primeiro com ovinos, avaliando a utilização de dietas à base de palma com diferentes fontes de fibra (feno de tifton, casca de soja, caroço de algodão e a mistura entre elas), realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco e, o segundo com vacas em lactação, avaliando a utilização de dietas à base de palma com dois volumosos (silagem de sorgo e feno de maniçoba) e duas proporções de concentrado (10 e 15%), realizado no Instituto Agrônomo de Pernambuco do município de Arcoverde. O experimento com ovinos foi desenvolvido no galpão de confinamento do setor de Caprino-Ovinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no período de maio a agosto de 2008. Objetivou-se avaliar a utilização do feno de tifton, casca de soja, caroço de algodão e as misturas feno de tifton com casca de soja e feno de tifton com caroço de algodão em dietas à base de palma forrageira e seus efeitos sobre o consumo, digestibilidade, balanço de nitrogênio e comportamento ingestivo de ovinos. Foram utilizados cinco ovinos mestiços, sem padrão racial definido, com peso vivo médio inicial de 27,2 kg. O delineamento experimental foi o quadrado latino 5x5, onde cada período experimental teve duração de 10 dias de adaptação e 7 dias de coleta. O tratamento com caroço de algodão proporcionou maior consumo de extrato etéreo (0,088kg/dia). A dieta com casca de soja proporcionou maiores coeficientes de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica e da fibra em detergente neutro (78,76; 82,48 e 70,46%, respectivamente). Quando incluído o feno de tifton e a mistura feno de tifton com casca de soja na dieta, a digestibilidade da proteína bruta foi maior (80,86% e 81,40, respectivamente) comparado à dieta que continha o caroço de algodão (79,17%). A digestibilidade do extrato etéreo foi maior quando utilizado na dieta o caroço de algodão (91,21%) e feno de tifton com caroço de algodão (88,14%) comparado aos outros tratamentos. A excreção de nitrogênio nas fezes foi maior quando utilizado na dieta a casca de soja (4,53g/dia) e na urina no tratamento feno de tifton com caroço de algodão (9,30g/dia). O tratamento com casca de soja proporcionou menor tempo em ruminação e mastigação total (202 e 398min/dia, respectivamente) e maior eficiência em ruminação em função do consumo de matéria seca (0,38kg MS/h), e de fibra em detergente neutro (0,12kg FDN/h). Recomenda-se a utilização de qualquer uma das fontes de fibra utilizadas. Já o segundo experimento foi

desenvolvido na Estação Experimental de Arcoverde, pertencente ao IPA, de janeiro a abril de 2009. Objetivou-se avaliar a utilização da silagem de sorgo, do feno de maniçoba e de duas proporções de concentrado (15 e 10% na MS) em dietas à base de palma, na dieta de vacas em lactação. Foram utilizados oito vacas da raça Girolando, com peso vivo médio e produção inicial de  $463 \pm 61,71$  kg e  $9,1 \pm 2,52$  kg, respectivamente, com 95 dias de lactação. O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino 4x4 em esquema fatorial 2x2; sendo utilizados dois quadrados simultâneos. Cada período experimental teve duração de 21 dias, 14 de adaptação e 7 para coleta de dados e amostras. Os consumos de proteína bruta, fibra em detergente neutro e nutrientes digestíveis totais diferiram ( $p < 0,05$ ) em função dos volumosos utilizados, com menores consumos para o feno de maniçoba (1,50; 4,10; 6,17 kg/dia, respectivamente). A digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e fibra em detergente neutro diferiram ( $p < 0,05$ ) de acordo com os volumosos, verificando menores valores para o feno de maniçoba (51,70; 53,91; 62,30 e 20,74%, respectivamente). A produção e composição do leite não diferiram ( $p > 0,05$ ) entre os volumosos, nem entre os níveis de concentrado (9,1kg/dia). A eficiência de síntese de proteína microbiana foi diferente entre os volumosos, sendo menor no tratamento com silagem de sorgo (99,46g/kgNDT). A concentração de ureia e nitrogênio ureico no plasma diferiu ( $p < 0,05$ ) entre as proporções de concentrado, com menores valores para a proporção 15% de concentrado (31,41 e 14,67mg/dl). A eficiência de ruminação em função da fibra em detergente neutro diferiu ( $p < 0,05$ ) entre os volumosos, com menores valores para o feno de maniçoba (0,50 kg/h). Sugere-se para vacas com 9,1kg de leite/dia e recebendo 50% de palma forrageira, dieta com feno de maniçoba ou silagem de sorgo e 10% de concentrado.

## **Abstract**

Two experiments were conducted, one with sheep, evaluate the utilization of diets based on spineless cactus with different fiber sources (tifton hay, soybean hulls, cottonseed and mixtures between them), at the Animal Science Department, Federal Rural University of Pernambuco, and the second with lactating dairy cows, evaluate the utilization of diets based on spineless cactus with two forages (sorghum silage and “maniçoba” hay) and two levels of concentrate (15 and 10%) conducted at the Experimental Station of Arcoverde belonging to IPA. The experiment was conducted in the Goat-Sheep feeding facility at the Animal Science Department, Federal Rural University of Pernambuco, from May to August 2008. The objective was to evaluate the utilization of tifton hay, soybean hulls, cottonseed and mixtures tifton hay with soybean hulls and tifton hay with cottonseed in diets based on spineless cactus and its effects on forage intake, digestibility, nitrogen balance and ingestive behavior of sheep. Five crossbred sheep, without defined breed and with average live weight of 34 kg were used. The experimental design used was a 5x5 Latin square, where each period lasted 10 days for adaptation and 7 days for collection. The treatment with cottonseed provided higher ether extract intake (0.088 g/day). Soybean hulls resulted in higher digestibility of dry matter, organic matter and neutral detergent fiber (78.76, 82.48 and 70.46%, respectively). When used tifton hay and tifton hay with soybean hulls, the crude protein digestibility was higher (80.86% and 81.40, respectively). Ether extract digestibility was higher when using cottonseed (91.21%) and tifton hay with cottonseed (88.14%). The fecal nitrogen excretion was higher when using cottonseed (4.53 g/day) and N excretion in the urine was higher in treatment tifton hay with cottonseed (9.30 g/day). The treatment with soybean hulls resulted in less rumination time and total chewing (202 and 398 min/day, respectively) and higher for rumination efficiency as a function of dry matter intake (0.38 kg DM/h), and neutral detergent fiber (0.12 kg NDF/h). It is recommended the use of any of the fiber sources used. The second experiment was conducted at the Experimental Station of Arcoverde, belonging to IPA, from January to April, 2009. The objective was to evaluate the utilization of sorghum silage, “maniçoba” hay, and two levels of concentrate (15 and 10%) in diets for lactating dairy cows. Eight Holstein/Zebu “Girolando” cows, with average live weight and production of 463±61,71 kg and 9,1±2,52 kg, respectively, with 95 days of lactation were used. The

experimental design was a 4 x 4 Latin square in a 2 x 2 factorial arrangement, using two squares simultaneously. Each experimental period lasted 21 days, 14 days for adaptation and 7 days for data and sample collection. The crude protein, neutral detergent fiber and total digestible nutrients intake differed ( $P < 0.05$ ) depending on the forage used, with lower intake for “maniçoba” hay (1.50, 4.10, 6.17 kg /day, respectively). The apparent digestibility of dry matter, organic matter, crude protein and neutral detergent fiber, differed ( $P < 0.05$ ) according to the roughage, with lower values for “maniçoba” hay (51.70, 53.91, 62.30 and 20.74%, respectively). Milk production and composition did not differ ( $P > 0.05$ ) between roughages, or concentrate levels (9.1 kg/day). The efficiency of microbial protein synthesis was different between roughages, being lower in the treatment with sorghum silage (99.46 g/kg TDN, respectively). The concentration of urea and plasma urea nitrogen, differed ( $P < 0.05$ ) between the proportions of concentrate, with lower values for the inclusion of 15% of concentrate (31.41 and 14.67 mg/dl, respectively). Rumination efficiency as a function of neutral detergent fiber differed ( $P < 0.05$ ) between roughages, with lower values for “maniçoba” hay (0.50 kg/h). It is suggested for cows with 9.1 kg of milk per day and receiving 50% of cactus, diet with sorghum silage or “maniçoba” hay and 10% of concentrate.

## Introdução Geral

O rebanho brasileiro de ovinos aumentou 12% do seu efetivo no período de 2000 a 2008, passando a comportar cerca de 16,6 milhões de cabeças (IBGE, 2008), onde destes 56,4% encontram-se na região Nordeste (Resende et al., 2010), sendo a grande maioria criada em pastagem. Porém, estas pastagens nem sempre dão suporte aos animais devido às adversidades que caracterizam a região semiárida do Nordeste.

Na região Nordeste, mais precisamente no estado de Pernambuco, as principais bacias leiteiras encontram-se nas mesorregiões do Agreste e Sertão. Segundo a Embrapa Gado de Leite (2010), a produção de leite do agreste pernambucano no ano de 2007 correspondeu a 77,95% da produção total do Estado. Nessa região há predominância de pastagens nativas, formadas, principalmente, pela caatinga. No entanto, o Agreste e Sertão apresentam escassez e irregularidade acentuada na distribuição de chuvas, tanto no tempo quanto no espaço, com a ocorrência de longos períodos de estiagem o que, praticamente, determina a necessidade de fontes alternativas para alimentação animal em regiões semiáridas do Brasil (Ferreira et al., 2009).

A capacidade adaptativa da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill e *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) às adversas condições edafoclimáticas da região semiárida, resistente aos períodos de estiagem e suas altas produções de matéria seca por unidade de área (Santos et al., 1997), fazem com que esta forrageira passe a ser considerada como alternativa na alimentação dos rebanhos nordestinos (Souza, 2008).

No entanto, devido aos seus baixos teores de matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro, se a palma for fornecida isoladamente provoca diminuição na ruminação e digestibilidade da matéria seca, necessitando ser associada a uma fonte de fibra proveniente de forragem ou de fontes de fibra não forragem (Ferreira et al., 2007).

Uma fonte de fibra proveniente de silagens que tem sido utilizada na alimentação animal é o sorgo (*Sorghum bicolor*). Segundo Pimentel et al. (1998), tem ocorrido alto crescimento de área plantada de sorgo, devido, principalmente, às suas características de tolerância ao déficit hídrico e capacidade de rebrota, permitindo maiores produções por área.

Além da silagem de sorgo, outra alternativa na alimentação de ruminantes é a utilização de forrageiras presentes na caatinga, na forma de feno ou silagem, contribuindo com os períodos de maior escassez de forragem. Entre as plantas da caatinga a maniçoba (*Manihot glasiiovii* Muell. Arg.) se destaca por apresentar tolerância à seca, quando conservada apresenta bom valor nutritivo, além de apresentar alta palatabilidade (Salviano & Soares, 2003).

Outra fonte de fibra proveniente de forragens é o feno de tifton, utilizado na alimentação de ruminantes. O capim tifton 85 é uma forrageira com bom índice de produtividade e tem características morfológicas propícias para fenação (Haddad & Castro, 1998), que garantem eficiente desidratação do material, assim como manutenção do valor nutritivo dessa gramínea.

Porém, numa forma de reduzir os custos com alimentação, tem sido estudada a utilização de coprodutos da agroindústria como fontes de fibra não forragem. Uma opção é a casca de soja, que apresenta elevado teor de fibra em detergente neutro, mais digestível do que a fibra da forragem (Restle et al., 2004), no entanto, seu estímulo a mastigação é restrito, devido ao tamanho reduzido das partículas (Morais et al., 2006).

Outra opção é o uso do caroço de algodão, que apresenta algumas características como altas concentrações de proteína e fibra, permitindo a substituição de alimentos volumosos sem prejudicar a fermentação ruminal (Rogério et al., 2003). A fibra do

caroço de algodão tem uma efetividade relativamente alta, estimulando a ruminação e a manutenção do funcionamento ruminal, apresentando alta digestibilidade (Lima, 2003).

Alternativas alimentares que possam ser utilizadas na alimentação de ruminantes, principalmente, nos períodos de estiagem são de grande importância, já que nessa fase uma prática comum entre os produtores de leite é o aumento na oferta de concentrado, elevando os custos de produção.

## **Referencial Teórico**

A capacidade adaptativa da palma forrageira às adversas condições edafoclimáticas da região semiárida, resistente aos períodos de estiagem e suas altas produções de matéria seca por unidade de área (Santos et al., 1997), fazem com que esta forrageira passe a ser considerada como alternativa na alimentação dos rebanhos nordestinos (Souza, 2008).

A palma apresenta alta palatabilidade (Ben Salem, 2002; Nefzaoui & Ben Salem, 2001) e segundo Melo (2004), esta cactácea é uma excelente fonte de energia, sendo rica em carboidratos não fibrosos (61,79%) e nutrientes digestíveis totais (65,56%). No entanto, apresenta baixos teores de matéria seca (10,40 a 13,40%), proteína bruta (4,20 a 6,20%) e fibra em detergente neutro (25,37 a 29,88%), segundo Vieira (2006), Batista et al. (2003) e Andrade et al. (2002). A palma se fornecida isoladamente provoca diminuição na ruminação e digestibilidade da matéria seca, necessitando ser associada a uma fonte de fibra proveniente de forragem ou de fontes de fibra não forragem (Ferreira et al., 2007).

### **Fontes de fibra advinda de forragem**

Uma fonte de fibra proveniente de silagens que tem sido utilizada na alimentação animal é o sorgo. Segundo Pimentel et al. (1998), tem ocorrido alto crescimento de área plantada de sorgo, devido, principalmente, às suas características de tolerância ao déficit hídrico e capacidade de rebrota, permitindo maiores produções por área.

Devido à sua maior produção de massa, o sorgo pode fornecer silagem mais barata e de valor nutritivo próximo a do milho. Sendo uma das culturas que mais se

destacam na produção de silagens, em razão de suas características intrínsecas (alta quantidade de carboidratos solúveis, baixo poder tampão, teor de matéria seca acima de 25% no momento da ensilagem e estrutura física que permite boa compactação nos silos), enquadrando-se perfeitamente entre as forrageiras desejadas para confecção de silagens de boa qualidade (McDonald et al., 1991).

Alguns trabalhos têm sido realizados utilizando a silagem de sorgo na alimentação de vacas leiteiras, como o de Wanderley (2008), que avaliou silagens de sorgo e girassol e fenos de leucena, guandu e de capim elefante em associação com a palma para vacas em lactação. Este autor não observou alteração no consumo, produção e composição do leite, excreção de ureia e síntese de proteína microbiana, no entanto, observaram que a silagem de sorgo proporcionou maior digestibilidade dos nutrientes. O mesmo resultado foi encontrado por Silva et al. (2007a) e Ferreira et al. (2009) quando avaliou palma em associação com diferentes volumosos, silagem de sorgo, bagaço de cana-de-açúcar, feno de capim tifton, feno de capim elefante e a mistura silagem de sorgo com bagaço de cana, em vacas em lactação.

Wanderley et al. (2002) trabalhando com níveis crescentes de palma (0, 12, 24 e 36%) em associação com silagem de sorgo também não observaram alteração no consumo de matéria seca e na produção de leite. Porém, Nascimento et al. (2008) avaliando o valor alimentício da silagem de milho e de sorgo e sua influência no desempenho animal, observaram maior consumo e menor produção de leite para os animais que consumiram a silagem de sorgo.

Além da utilização da silagem de sorgo na alimentação animal, outra proposta que vem sendo explorada é o aproveitamento de espécies presentes na caatinga. A caatinga, o mais importante tipo de vegetação que cobre o semiárido do Nordeste brasileiro encontra-se, atualmente, em diferentes estádios de sucessão secundária, dominada por

espécies herbáceas anuais e espécies lenhosas arbustivas (Morais & Vasconcelos, 2007). Estudos têm revelado que mais de 70% das espécies botânicas da caatinga participam, significativamente, da composição da dieta dos ruminantes domésticos. Embora a degradação seja uma realidade em extensas áreas do semiárido nordestino, Araújo Filho et al. (2002) ressaltam que, quando convenientemente manipulada e manejada, a vegetação da caatinga pode manter níveis adequados de produção animal sem perdas significantes da biodiversidade e do potencial produtivo.

As forrageiras presentes nessa região, tolerantes às irregularidades das chuvas podem ser uma alternativa para utilização na alimentação animal, na forma de feno ou silagem, contribuindo com os períodos de maior escassez de forragem. Entre as plantas da caatinga, a maniçoba apresenta características forrageiras importantes. Pode ser considerada como uma forrageira de alta palatabilidade, por ser bastante procurada pelos animais em pastejo, que sempre a consomem com avidez. Quando cultivada permite um a dois cortes no curto período chuvoso, com produtividade de quatro a cinco toneladas de matéria seca por hectare. A rebrota desta planta ocorre rapidamente após as primeiras chuvas, florando, frutificando e perdendo as folhas logo em seguida, o que preconiza sua conservação na forma de feno ou silagem (Salviano & Soares, 2003).

A fenação e a ensilagem, após trituração de todo o material forrageiro produzido, são os meios mais recomendados de utilização da maniçoba (Castro et al., 2004). Essas práticas favorecem a redução na formação do ácido cianídrico, presente na maniçoba fresca, que causa intoxicação nos animais. O ácido cianídrico (HCN) volatiliza-se facilmente quando a planta é triturada, espalhada, revirada e submetida ao murchamento ou secagem ao sol, reduzindo o nível de HCN. Nestas condições, o material desidratado pode ser utilizado na alimentação animal. França et al. (2010), avaliando a utilização do feno de maniçoba em relação à planta verde também observou que o feno possui

adequada composição química e baixos teores de ácido cianídrico e de tanino. A planta verde apresenta teor médio de HCN próximo a 1.000 mg/kg de matéria seca, porém, quando fenada, este valor cai para menos de 300 mg/kg. O processo fermentativo da ensilagem também reduz a concentração de HCN (Soares, 1995).

Os resultados referentes à produtividade da maniçoba apresentam grande variabilidade, considerando que esta é influenciada pelo local de cultivo da planta, do clima, da densidade de plantio, das características do solo, dentre outros. Silva et al. (2006), verificando a disponibilidade de matéria seca da maniçoba em diferentes idades de corte (60, 90 e 120 dias) no brejo paraibano, em um único corte, obtiveram médias superiores a três toneladas/ha, sendo que a maior produtividade (4,3 t/ha) se deu aos 90 dias de rebrota. Já Beltrão et al. (2008), avaliando a maniçoba submetida a três tipos de adubação (adubação com esterco bovino, esterco caprino + ovino e sem adubação) e dois espaçamentos (1,5 x 1,5 e 2,0 x 2,0 m), na fase de transplântio aos 240 dias, observaram resposta positiva a adubação orgânica e o espaçamento 1,5 x 1,5 favoreceu maior produção total por área em relação ao espaçamento 2,0 x 2,0.

Segundo Mendonça Júnior et al. (2008), o estado fenológico da planta no momento da confecção do feno irá interferir na disponibilidade de nutrientes. De acordo com o tipo de colheita, se for coletado folhas e hastes finas para rápida recuperação da forrageira ou, a colheita da planta quase toda sem a utilização do caule principal; da fase de desenvolvimento da forrageira sendo realizada a colheita antes ou no início da frutificação, os teores de proteína e dos constituintes da parede celular irão variar. As proporções dos constituintes da fibra em detergente neutro afetam a digestibilidade da matéria seca e da fibra em detergente neutro (Jung & Allen, 1995). Dentre os constituintes dessa fração a lignina apresenta baixa ou nula digestibilidade e influencia

diretamente a digestibilidade da matéria seca e da fibra em detergente neutro (Berchielli et al., 2006).

Albuquerque (2006), avaliando os efeitos dos métodos de conservação de forragem sobre o valor nutritivo da maniçoba em caprinos e ovinos observou que o consumo de proteína bruta e de extrato etéreo foi influenciado pelo método de conservação, sendo maior para o feno. Araújo et al. (2009), avaliando o consumo e a digestibilidade em cabras da raça Moxotó recebendo dietas com diferentes níveis de feno de maniçoba (30, 40, 50 e 60%) observaram que não houve alteração no consumo de matéria seca, mas que houve redução no consumo de nutrientes digestíveis totais e nos coeficientes de digestibilidade exceto da fibra em detergente neutro, com o aumento dos níveis de feno de maniçoba. Fato explicado pelo aumento na concentração de carboidratos totais e nitrogênio insolúvel em detergente ácido.

Silva et al. (2007b) avaliaram a inclusão de 20; 40; 60 e 80% de feno de maniçoba em substituição ao milho e ao farelo de soja em dietas para cordeiros e observaram que a inclusão do feno não alterou o consumo de matéria seca e o balanço de nitrogênio. Todavia, o consumo de NDT e a digestibilidade da dieta decresceram com o aumento dos níveis de feno.

Como pode ser visto, dentre as alternativas de espécies forrageiras para produção de forragem conservada de bom valor nutritivo e boa tolerância à seca pode-se citar o sorgo e a maniçoba. Alguns trabalhos mostram a viabilidade da utilização da silagem de sorgo na dieta de vacas em lactação, porém, não foram encontrados na literatura a utilização do feno de maniçoba na alimentação de vacas leiteiras. A maniçoba apresenta alto teor de proteína bruta variando de 9,47% (Albuquerque, 2006) a 17,58% (Mendonça Júnior et al., 2008), podendo reduzir ainda mais a utilização do concentrado na alimentação de vacas, já que é um dos ingredientes mais onerosos da ração.

### **Fontes de fibra não forragem**

Outras alternativas alimentares que estão sendo exploradas na alimentação de ruminantes e que podem ser associadas à palma são as fontes de fibra não forragem ou os subprodutos fibrosos que, frequentemente, têm composição química semelhante ao de um volumoso, mas diferem em efetividade da fibra e na resposta animal (Grant, 1997). Estes subprodutos têm sido mais utilizados como fonte de energia ou proteína e, mais recentemente, o valor destes alimentos como fonte de fibra está sendo pesquisado. Desta forma, o uso de subprodutos como fonte de fibra, representa uma opção valiosa para rações que podem ser limitadas pela quantidade ou qualidade da fibra dos volumosos.

Um subproduto fibroso utilizado como alternativa na alimentação de ruminantes é a casca de soja, obtida através do processo de industrialização dos grãos da soja para produção de óleo e farelo de soja (Ipharraguerre & Clark, 2003). Restle et al. (2004) relataram o elevado teor de fibra em detergente neutro apresentado nesse subproduto, mais digestível do que a fibra da forragem, que tem sido estudado como uma opção para substituição da fração volumoso da dieta de ruminantes.

Ipharraguerre & Clark (2003) reuniram trabalhos sobre a composição química da casca de soja e encontraram valores médios de 11,8% de proteína bruta e 65,6% de fibra em detergente neutro na matéria seca, onde 43% eram compostas de celulose e 17,8% de hemicelulose.

Silva et al. (2002) observaram alto coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca da casca de soja, sugerindo que sua fração fibrosa possui alta digestibilidade, mesmo sendo constituída por 70% de parede celular. A casca de soja possui baixo teor de lignina (1,4–3,9%), além de ser rica em pectina, permitindo assim

maior digestibilidade aparente da matéria seca e da fibra em detergente neutro (Ipharraguerre & Clark, 2003; Silva et al., 2002).

Apesar do teor de fibra em detergente neutro da casca de soja ser semelhante ao de forragens, seu estímulo à mastigação é restrito, devido ao tamanho reduzido das partículas (Morais et al., 2006; Morais, 2003; Allen, 1997; Armentano & Pereira, 1997; Firkins, 1997). Quando a mastigação do alimento é limitada, ocorre redução da produção de saliva, podendo levar à diminuição do pH ruminal e, conseqüentemente, da digestibilidade da fibra (Grant, 1997). No intuito de minimizar esse processo, recomenda-se adicionar quantidade mínima de forragem, observando tamanho adequado de partícula da dieta, para reduzir a taxa de passagem do alimento, estimular a atividade de mastigação e promover uma digestão mais completa da fibra proveniente de subprodutos (Grant, 1997).

No entanto, Mendes et al. (2010) quando substituíram a fibra em detergente neutro do bagaço de cana-de-açúcar in natura pela fibra em detergente neutro da casca de soja em dietas com alta proporção de concentrado, na alimentação de ovinos, verificaram que a casca de soja proporcionou menor atividade de mastigação e maior digestibilidade dos nutrientes, podendo ser fornecida como única fonte adicional de fibra em detergente neutro.

Outra alternativa como fonte de fibra proveniente de subproduto é o caroço de algodão, subproduto do descaroçamento do algodão. Sua utilização na alimentação de ruminantes tem aumentado devido a algumas características como altas concentrações de energia, proteína e fibra, permitindo a substituição de alimentos volumosos sem prejudicar a fermentação ruminal (Rogério et al., 2003). Os mesmos autores ao compilarem trabalhos sobre a composição química do caroço de algodão encontraram

valores em torno de, 93% de matéria seca, 24% de proteína bruta, 45% de fibra em detergente neutro, 34% de fibra em detergente ácido e 23% de extrato etéreo.

Jenkins et al. (1993) sugerem que para ruminantes a concentração de extrato etéreo na dieta deve ficar próximo ao valor de 7%, de forma que não ocorra influência no consumo de matéria seca e na digestibilidade da fração fibrosa.

Rogério et al. (2004), ao avaliarem o efeito do nível de caroço de algodão sobre a digestibilidade da fibra dietética do feno de tifton, recomendaram níveis de caroço de algodão de 12 e 24% do total das rações em dietas para ovinos, em razão do maior consumo de extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB) e, ao mesmo tempo, menor interferência na digestibilidade das frações fibrosas. Teixeira & Borges (2005) sugeriram como nível máximo de inclusão do caroço de algodão na alimentação de ovinos, 35%, devido ao efeito do extrato etéreo sobre a digestibilidade da fibra. Enquanto Cunha et al. (2008) recomendaram níveis de até 40% de inclusão do caroço de algodão sem interferência do consumo de extrato etéreo sobre a digestibilidade da fibra, observando aumento no consumo de extrato etéreo e da fibra em detergente neutro e aumento na digestibilidade da fibra em detergente neutro.

A fibra do caroço de algodão tem uma efetividade relativamente alta, estimulando a ruminação e a manutenção do funcionamento ruminal, apresentando alta digestibilidade. A presença do línter do caroço de algodão diminui a taxa de passagem das dietas alterando o enchimento ruminal e estimulando a mastigação, o que contribui para o aumento da digestibilidade (Lima, 2003). De acordo com Mertens (1997) a atividade de mastigação é uma característica que reflete as propriedades físicas e químicas dos alimentos, como a concentração de fibra em detergente neutro, o tamanho de partícula e a umidade. Segundo Grant (1997), quando fontes de fibra não forragem substituem parcialmente uma forragem, é necessário que o tamanho de partícula da

ferragem seja suficiente para estimular a ruminação, evitando a redução do PH ruminal e retendo por mais tempo as partículas menores no rúmen.

Pesquisas mostram que nas sementes do caroço de algodão, local onde se encontra maior concentração de proteína, há dificuldade de atuação dos microrganismos e enzimas digestivas reduzindo a digestibilidade da proteína bruta quando incluído o caroço de algodão na dieta (Melo et al., 2005; Sullivan et al., 1993).

Como pode ser visto, várias são as alternativas que podem ser utilizadas na alimentação de ruminantes e, dependendo da composição e quantidade do volumoso utilizado, irão influenciar numa maior ou menor proporção do concentrado na dieta, podendo encarecer ainda mais ou não os custos de produção. Prática comum adotada por produtores de leite, no período seco, com a queda da disponibilidade de ferragem, é o aumento na oferta de alimento concentrado, o que, além de não resolver o problema, eleva os custos de produção. Dessa forma, a disponibilidade de animais e ferragens, plenamente adaptados ao ambiente, pode garantir aos sistemas de produção menor risco e maior resistência às irregularidades climáticas.

## Referências

- ALBUQUERQUE, D.B. Efeito dos métodos de conservação de forragem sobre o valor nutritivo da maniçoba (*Manihot epruinosa* Pax & Hoffmann), em caprinos e ovinos. 2006. 34f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- ALLEN, M. S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.7, p.1447-1462, 1997.
- ANDRADE, D. K. B.; WANDERLEY, W. L.; FERREIRA, M. de A. et al. Digestibilidade e absorção aparentes em vacas da raça Holandesa alimentadas com palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.2088-2097, 2002.
- ARAÚJO FILHO, J.A.; CARVALHO, F.C.; GARCIA, R.; SOUSA, R.A. Efeitos da manipulação da vegetação lenhosa sobre a produção e compartimentalização da fitomassa pastável de uma caatinga sucessional. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.11-19, 2002.
- ARAÚJO, M.J.; MEDEIROS, A.N.; CARVALHO, F.F.R. et al. Consumo e digestibilidade dos nutrientes em cabras moxotó recebendo dietas com diferentes níveis de feno de maniçoba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.6, p.1088-1095, 2009.
- ARMENTANO, L.; PEREIRA, M. Measuring the effectiveness of fiber by animal response trials. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.7, p.1416-1425, 1997.
- BATISTA, A. M. V.; MUSTAFA, A. F.; SANTOS, G. R. A.; et al. Chemical composition and ruminal dry matter and crude protein degradability of spineless cactus. **Journal Agronomy & Crop Science**, v. 189, p. 123-126. 2003.
- BELTRÃO, F.A.S.; PIMENTA FILHO, E.C.; PAES, R.A. et al. Comportamento da maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* muell arg) sob diferentes espaçamentos e adubações. **Revista Caatinga**, v.21, n.4, p.163-166, 2008.
- BEN SALEM, H.; NEFZAOU, A.; BEN SALEM, L. Supplementing spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. *inermis*) based diets with urea-treated straw or oldman saltbush (*Atriplex nummularia*). Effects on intake, digestion and sheep growth. **The Journal Agricultural Science**, v.138, n.1, p.85-92, 2002.
- BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006, 583p.
- CASTRO, J.M.C., SILVA, D.S., MEDEIROS, A.N. et al. Consumo de nutrientes, digestibilidade aparente e balanço nitrogenado de dietas contendo feno de maniçoba (*Manihot glaziovii* Mell. Arg.) para ovinos Santa Inês. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 3., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Sociedade Nordestina de Produção Animal, 2004. p.34-38.
- CUNHA, M.G.G.; CARVALHO, F.F.R.; VÉRAS, A.S.C. et al. Desempenho e digestibilidade aparente em ovinos confinados alimentados com dietas contendo níveis crescentes de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1103-1111, 2008.

- EMBRAPA – EMBRAPA gado de leite. Produção, Industrialização e Comercialização. [www.cnpqgl.embrapa.br/nova/informacoes/estatisticas/producao/producao.php](http://www.cnpqgl.embrapa.br/nova/informacoes/estatisticas/producao/producao.php). Acessado em 12 de Maio de 2010.
- FERREIRA, M.A.; PESSOA, R.A.S.; AZEVEDO, M. et al. **Palma forrageira e uréia na alimentação de novilhas leiteiras**. Recife: Ed. da UFRPE, 2007. 30p.
- FERREIRA, M.A.; SILVA, R.R.; RAMOS, A.O. et al. Síntese de proteína microbiana e concentrações de uréia em vacas alimentadas com dietas à base de palma forrageira e diferentes volumosos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.159-165, 2009.
- FIRKINS, J. L. Effects of feeding nonforage fiber sources on site of fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.7, p.1426–1437, 1997.
- FRANÇA, A.F.; GUIM, A. BATISTA, A.M.V. et al. Anatomia e cinética de degradação do feno de *Manihot glaziovii*. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 32, n.2, p.131-138, 2010.
- GRANT, R.J. Interactions among forages and nonforage fiber sources. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.7, p.1438-1446, 1997.
- HADDAD, C.M., CASTRO, F.G.F. Produção de feno. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, Piracicaba, 1998. **Anais...** Piracicaba: ESALQ-USP, 1998. p.151-172.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. [2008]. **Estatísticas sobre pecuária, rebanho e produção**. Disponível em: < [www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br) > Acesso em: 26/6/2010.
- IPHARRAGUERRE, I.R.; CLARK, J.H. Soyhulls as an alternative feed for lactating dairy cows: a review, **Journal of Dairy Science**, v.86, n.4, p.1052-1073, 2003.
- JENKINS, T.C. lipid Metabolism in the rumen. In: Symposium: Advances in ruminant lipid metabolism. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.12, p.3851-3863, 1993.
- JUNG, H.G.; ALLEN, S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **Journal of Dairy Science**, v.73, n.9, p.2774-2790, 1995.
- LIMA, M.L.M. **Análise Comparativa da Efetividade da Fibra de volumosos e subprodutos**. 2003. 131f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2. ed. Aberystwyth: Chalcombe Publications, 1991, 340p.
- MELO, A.A.S.; CARVALHO M.C.; CAVALCANTI C.V.A. et al. Efeito da substituição do feno de tifton (*Cynodon dactylon*) por palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) sobre o comportamento ingestivo de vacas holandesas em lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004. Campo Grande-MS. **Anais...**Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. (CD-ROM).
- MELO, A.A.S.; FERREIRA, M.A.; VERÁS, A.S.C. et al. Carço de algodão como fonte de fibra e proteína em dietas à base de palma forrageira para vacas em lactação: digestibilidade. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.27, n.3, p.355-362, 2005.

- MENDES, C.Q.; TURINO, V.F.; SUSIN, I. et al. Comportamento ingestivo de cordeiros e digestibilidade dos nutrientes de dietas contendo alta proporção de concentrado e diferentes fontes de fibra em detergente neutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.594-600, 2010.
- MENDONÇA JUNIOR, A.F.; BRAGA, A.P.; CAMPOS, M.C.C. et al. Avaliação da composição química, consumo voluntário e digestibilidade in vivo de dietas com diferentes níveis de feno de maniçoba (*Manihot glaziovii* Muell. Arg.), fornecidas a ovinos. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.8, n.1, p.32-41, 2008
- MERTENS, D.R., Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.7, p.1463-1481, 1997.
- MORAIS, D.A.E.F.; VASCONCELOS, A.M. Alternativas para incrementar a oferta de nutrientes no semi-árido brasileiro. **Revista Verde**, v.2, n.1, p.01-24, 2007.
- MORAIS, J.B.; SUSIN, I.; PIRES, A.V. et al. Comportamento ingestivo de ovinos e digestibilidade aparente dos nutrientes de dietas contendo casca de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.7, p.1157-1164, 2006.
- MORAIS, J. B. de. **Substituição do feno de “coastcross” (*Cynodon ssp*) por casca de soja na alimentação de borregas (os) confinadas (os)**. 2003, 63f. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- NASCIMENTO, W.G.; PRADO, I.N.; JOBIM, C.C. et al. Valor alimentício das silagens de milho e de sorgo e sua influência no desempenho de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.896-904, 2008.
- NEFZAOU, A., BEN SALEM, H. *Opuntia* spp.: A strategic fodder and efficient tool to combat desertification in the WANA region. In: Mondragón-Jacobo C. and Pérez-González S. **Cactus (*Opuntia* spp.) as forage**. FAO Plant production and protection paper, n.169. 2001, p.73-90.
- PIMENTEL, J.J.O., SILVA, J.F.C., VALADARES FILHO, S.C. et al. Efeito da suplementação protéica no valor nutritivo da silagem de milho e sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.5, p.1042-1049, 1998.
- RESENDE, K.T.; TEIXEIRA, I.A.M.A.; BIAGIOLI, B. et al. Progresso científico em pequenos ruminantes na primeira década do século XXI. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.369-375, 2010. (suplemento especial).
- RESTLE, J.; FATURI, C.; FILHO, D.C.A. et al. Substituição do grão de sorgo por casca de soja na dieta de novilhos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.1009-1015, 2004.
- RODE, L.; WEAKLEY, D.; SATTER, L. Effect of forage amount and particle size in diets of lactating dairy cows on site of digestion and microbial protein synthesis. **Journal of Animal Science**, v.65, n.1, p.101-111, 1985.
- ROGÉRIO, M.C.P.; BORGES, I.; TEIXEIRA, D.A.B. et al. Efeito do nível de caroço de algodão sobre a digestibilidade da fibra dietética do feno de capim tifton 85 (*Cynodon spp.*) em ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.5, p.665-670, 2004.
- ROGÉRIO, M.C.P.; BORGES, I.; SANTIAGO, G.S. et al. Uso de caroço de algodão na alimentação de ruminantes. **Arquivo de Ciência Veterinária e Zootecnia**, v.6, n.1, p.75-80, 2003.

- SALVIANO, L.M.C.; SOARES, J.G.G. **Cultivo da maniçoba para produção de forragem no semi – árido brasileiro**. Petrolina, PE: Embrapa Semi-árido, Instruções Técnicas, n.33, p.6, 2003.
- SANTOS, D.C.; FARIAS, I.; LIRA, M.A. et al. **A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill e *Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) em Pernambuco: cultivo e utilização**. Recife:IPA (Documentos IPA, 25), 1997. 23p.
- SILVA, D.S.; CASTRO, J.M.C.; MEDEIROS, A.N. et al. Feno de maniçoba em dietas para ovinos: consumo de nutrientes, digestibilidade aparente e balanço nitrogenado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1685-1690, 2007b (suplemento).
- SILVA, L.D.F.; EZEQUIEL, J.M.B.; AZEVEDO, P.S. et al. Digestão total e parcial de alguns componentes de dietas contendo diferentes níveis de casca de soja e fontes de nitrogênio, em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p.1258-1268, 2002.
- SILVA, M.A.; SILVA, D.C.; SANTOS, G.R.A. et al. Disponibilidade de forragem e composição química da maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* Pax & Hoffman) no brejo paraibano. In: ZOOTEC, 2., 2006, Recife. **Anais...** Associação Brasileira de Zootecnia, 2006. p.231-234.
- SILVA, R.R.; FERREIRA, M.A.; VERAS, A.S.C. et al. Palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) associada a diferentes volumosos em dietas para vacas da raça Holandesa em lactação. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.29, n.3, p.317-324, 2007a.
- SOARES, J.G.G.; **Cultivo da maniçoba para produção de forragem no semi – árido brasileiro**. Petrolina, PE: EMBRAPA CPATSA, (EMBRAPA – CPATSA, Comunicado Técnico) n.59, p.4, 1995.
- SOUZA, E.J.O. **Substituição de casca de soja por feno de Tifton (*Cynodon dactylon*) em dietas a base de palma forrageira (*Opuntia ficus indica*, Mill) para caprinos**. 2008. 67p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- SULLIVAN, J.L.; HUBER, J.T.; HAPER, J.M. Comparison of digestibility, nutritive value, and storage diets fed to lactating dairy cows. **Journal of Animal Science**, v.71, n.5, p.2837-2842, 1993.
- TEIXEIRA, D. A. B.; BORGES, I. Efeito do nível de caroço integral de algodão sobre o consumo e a digestibilidade aparente da fração fibrosa do feno de braquiária (*Brachiaria decumbens*) em ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.57, n.2, p.229-233, 2005.
- VIEIRA, E.L.; BATISTA, A.M.V.; GUIM, A.; et al. **Consumo, digestibilidade e características ruminais em caprinos recebendo dietas à base de palma forrageira contendo diferentes níveis de feno**. 2006, 59f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- WANDERLEY, W.L. **Silagens e fenos em associação à palma forrageira para vacas em lactação e ovinos**. 2008. 66f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

WANDERLEY, W.L., FERREIRA, M.A., ANDRADE, D.K.B. et al. Palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.273-281, 2002.

## **Capítulo 1**

# **Diferentes fontes de fibra em dietas à base de palma forrageira na alimentação de ovinos**

---

## **Diferentes fontes de fibra em dietas a base de palma forrageira na alimentação de ovinos**

**Resumo** – O experimento foi desenvolvido no galpão de confinamento do setor de Caprino-Ovinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no período de maio a agosto de 2008. Objetivou-se avaliar a utilização do feno de tifton, casca de soja, caroço de algodão e as misturas feno de tifton com casca de soja e feno de tifton com caroço de algodão em dietas à base de palma forrageira e seus efeitos sobre o consumo, digestibilidade, balanço de nitrogênio e comportamento ingestivo de ovinos. Foram utilizados cinco ovinos mestiços, sem padrão racial definido, com peso vivo médio inicial de 34 kg. O delineamento experimental foi o quadrado latino 5x5, onde cada período experimental teve duração de 10 dias de adaptação e 7 dias de coleta. O tratamento com caroço de algodão proporcionou maior consumo de extrato etéreo (0,088kg/dia). A dieta com casca de soja proporcionou maiores coeficientes de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica e da fibra em detergente neutro (78,76; 82,48 e 70,46%, respectivamente). Quando incluído o feno de tifton e a mistura feno de tifton com casca de soja na dieta, a digestibilidade da proteína bruta foi maior (80,86% e 81,40, respectivamente), comparada a dieta que continha caroço de algodão (70,17%). A digestibilidade do extrato etéreo foi maior quando utilizado na dieta o caroço de algodão (91,21%) e feno de tifton com caroço de algodão (88,14%). A excreção de nitrogênio nas fezes foi maior quando utilizado na dieta a casca de soja (4,53g/dia) e na urina no tratamento feno de tifton com caroço de algodão (9,30g/dia). O tratamento com casca de soja proporcionou menor tempo em ruminação e mastigação total (202 e 398min/dia, respectivamente) e maior eficiência em ruminação em função do consumo de matéria seca (0,38kg MS/h), e de fibra em detergente neutro (0,12kg FDN/h). Recomenda-se a utilização de qualquer uma das fontes de fibra utilizadas.

**Palavras-chave:** consumo, coprodutos, digestibilidade, fibra efetiva

### **Different fiber sources in diets based on spineless cactus in sheep feeding**

**Abstract-** The experiment was conducted in the Goat-Sheep feeding facility at the Animal Science Department, Federal Rural University of Pernambuco, from May to August, 2008. The objective was to evaluate the utilization of tifton hay, soybean hulls, cottonseed and mixtures tifton hay with soybean hulls and tifton hay with cottonseed in diets based on spineless cactus and its effects on forage intake, digestibility, nitrogen balance, and ingestive behavior of sheep. Five crossbred sheep, without defined breed and with average live weight of 34 kg were used. The experimental design used was a 5x5 Latin square, where each period lasted 10 days for adaptation and 7 days for collection. The treatment with cottonseed provided higher ether extract intake (0.088 g/day). Soybean hulls resulted in higher digestibility of dry matter, organic matter and neutral detergent fiber (78.76, 82.48 and 70.46%, respectively). When used tifton hay and tifton hay with soybean hulls, the crude protein digestibility was higher (80.86% and 81.40, respectively). Ether extract digestibility was higher when using cottonseed (91.21%) and tifton hay with cottonseed (88.14%). The fecal nitrogen excretion was higher when using cottonseed (4.53 g/day) and N excretion in the urine was higher in the treatment tifton hay with cottonseed (9.30 g/day). The treatment with soybean hulls resulted in less rumination time and total chewing (202 and 398 min/day, respectively) and higher for rumination efficiency as a function of dry matter intake (0.38 kg DM/h), and neutral detergent fiber (0.12 kg NDF/h). It is recommended the use of any of the fiber sources used.

**Keywords:** intake, byproducts, digestibility, effective fiber

## **Introdução**

A capacidade adaptativa da palma forrageira às adversas condições edafoclimáticas da região semiárida e as altas produções de matéria seca por unidade de área (Santos et al., 1997) fazem com que esta forrageira passe a ser considerada como uma alternativa na alimentação dos rebanhos nordestinos (Souza, 2008).

Segundo Melo et al. (2004), essa cactácea é uma excelente fonte de energia, sendo rica em carboidratos não fibrosos (61,79%) e nutrientes digestíveis totais (65,56%). No entanto, apresenta baixos teores de matéria seca (10,40 a 13,40%), proteína bruta (4,20 a 6,20%) e fibra em detergente neutro (25,37 a 29,88%), segundo Vieira (2006), Batista et al., (2003) e Andrade et al. (2002). A palma se fornecida isoladamente provoca diminuição na ruminação e digestibilidade da matéria seca, necessitando ser associada a uma fonte de fibra proveniente de forragens ou de fontes de fibra não forragem (Ferreira et al., 2007).

Uma fonte de fibra não forragem que tem sido utilizado como alternativa na alimentação de ruminantes é a casca de soja, obtida através do processo de industrialização dos grãos da soja para produção de óleo e farelo de soja (Ipharraguerre & Clark, 2003). Restle et al. (2004) relataram o elevado teor de fibra em detergente neutro da casca de soja, mais digestível do que a fibra da forragem, que tem sido estudado como uma opção para substituição da fração volumoso da dieta de ruminantes.

Ipharraguerre & Clark (2003) reuniram trabalhos sobre a composição química da casca de soja e encontraram valores médios de 11,8% de proteína bruta e 65,6% de fibra em detergente neutro na matéria seca, onde 43% era composta de celulose e 17,8% de hemicelulose. Apesar do teor de fibra em detergente neutro da casca de soja ser

semelhante ao de forragens, seu estímulo à mastigação é restrito, devido ao tamanho reduzido das partículas.

Outra alternativa como fonte de fibra não forragem é o caroço de algodão. Sua utilização na alimentação de ruminantes tem aumentado devido a algumas características como altas concentrações de energia, proteína e fibra, permitindo a substituição de alimentos volumosos sem prejudicar a fermentação ruminal (Rogério et al., 2003). Os mesmos autores, ao compilarem trabalhos sobre a composição química do caroço de algodão, encontraram valores em torno de, 93% de matéria seca, 24% de proteína bruta, 45% de fibra em detergente neutro, 34% de fibra em detergente ácido e 23% de extrato etéreo. A fibra do caroço de algodão tem uma efetividade relativamente alta, estimulando a ruminação e a manutenção do funcionamento ruminal, apresentando alta digestibilidade (Lima, 2003).

Objetivou-se avaliar a utilização do feno de tifton, casca de soja, caroço de algodão e a mistura de feno de tifton com casca de soja e feno de tifton com caroço de algodão, em dietas a base de palma forrageira e seus efeitos sobre o consumo, digestibilidade, balanço de nitrogênio e comportamento ingestivo em ovinos.

## Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido no Galpão de Confinamento do setor de Caprino-Ovinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no período de maio a agosto de 2008, localizada na cidade de Recife - PE.

Foram utilizados cinco ovinos mestiços, sem padrão racial definido (SPRD), com peso vivo médio de 34 kg, alojados em gaiolas metabólicas individuais, providas de comedouros para controle do consumo de alimento e bebedouros. Antes de se iniciar o experimento os animais foram pesados, identificados, tratados contra ecto e endo parasitas, vacinados contra clostridioses e receberam uma dose de vitaminas ADE. Os animais também foram pesados no início e final de cada período experimental pela manhã, antes do fornecimento da ração.

Os animais foram distribuídos em quadrado latino 5x5, sendo cinco animais, cinco períodos e cinco tratamentos, onde os animais passaram por um período pré-experimental de 15 dias, de adaptação ao manejo e às instalações. Cada período experimental teve duração de 17 dias, sendo 10 dias de adaptação dos animais à dieta e 7 dias para coleta de dados e amostras, totalizando 85 dias.

Os tratamentos experimentais consistiram de uma ração completa, formulada segundo o NRC (2007) para atendimento das exigências de ovinos com 34kg e com ganho médio de 200g/dia, formada por palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), concentrado e diferentes fontes de fibra não forragem, casca de soja e caroço de algodão e de uma fonte de fibra advinda da forragem, feno de tifton (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Composição química dos ingredientes (% MS)

Itens	Palma	Feno de Tifton	Casca de soja	Caroço de algodão	Farelo de soja	Milho
Matéria seca (%)	11,56	83,27	86,90	88,89	86,50	86,18
Matéria mineral <sup>1</sup>	14,10	7,42	4,43	4,46	6,67	1,92
Matéria orgânica <sup>1</sup>	85,90	92,58	95,57	95,54	93,33	98,08
Proteína bruta <sup>1</sup>	2,66	7,84	11,63	26,08	48,15	9,04
Extrato etéreo <sup>1</sup>	0,51	2,24	1,20	22,28	1,96	5,02
Fibra em detergente neutro <sup>1</sup>	27,43	75,44	72,16	49,30	14,60	12,03
Fibra em detergente ácido <sup>1</sup>	19,99	37,25	41,05	20,81	6,90	3,10
Carboidratos totais <sup>1</sup>	82,73	82,50	82,74	47,18	43,22	84,02
Carboidratos não fibrosos <sup>1</sup>	55,30	7,06	10,58	2,61	28,62	71,99

<sup>1</sup>- (% da MS)

O fornecimento das dietas foi à vontade, individualmente, duas vezes ao dia (8:00 e 15:00 horas), na forma de ração completa, com registros diários das quantidades ofertadas. Para garantir o consumo voluntário e manter os níveis dos diferentes ingredientes nos respectivos tratamentos, foram realizados ajustes diários da quantidade de alimento oferecido, a fim de permitir sobras em torno de 10% do fornecido, que também foram registrados diariamente, sendo recolhidas e pesadas às 6:00 horas da manhã do dia seguinte, antes do fornecimento da ração. A palma foi picada em máquina forrageira, antes do fornecimento e o feno moído.

Foram coletadas amostras dos alimentos (por período) e das sobras (por animal e período), que foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificados e congeladas em freezer a -20°C e, após cada período experimental foram feitas amostras compostas das sobras por animal.

Tabela 2. Composição das dietas experimentais (% MS)

Item	Tratamentos <sup>1</sup>				
	FT	CS	CA	FTCS	FTCA
<b>Ingredientes</b>					
Palma	54,25	53,89	54,41	53,98	54,42
Feno tifton	17,88	-	-	9,06	9,01
Casca de soja	-	20,85	-	10,45	-
Caroço de algodão	-	-	27,00	-	13,45
Farelo de soja	19,38	16,95	7,97	18,40	13,52
Milho moído	6,89	6,71	9,02	6,51	8,00
Mistura mineral	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Total	100	100	100	100	100
<b>Nutrientes (%)</b>					
	Composição química				
Matéria seca	19,13	19,26	19,14	19,22	20,84
Matéria mineral	12,00	11,38	11,18	11,70	11,50
Matéria orgânica	88,00	88,62	88,82	88,30	88,50
Proteína bruta	12,80	12,63	13,14	12,81	12,89
Extrato etéreo	1,40	1,19	6,90	1,29	4,20
Fibra em detergente neutro	32,03	33,11	30,48	31,65	31,24
Fibra em detergente ácido	19,05	20,71	17,32	19,93	18,14
Carboidratos totais	73,80	74,80	68,77	74,20	72,18
Carboidratos não fibrosos	41,77	41,69	38,29	41,55	40,94
FDN <sub>FF</sub> <sup>2</sup>	42,11	45,44	43,66	44,03	42,98

<sup>1</sup>- FT – feno de tifton, CS – casca de soja, CA – caroço de algodão, FTCS – feno de tifton + casca de soja e FTCA - feno de tifton + caroço de algodão; <sup>2</sup>- % de fibra em detergente neutro total proveniente das fontes de fibra.

A coleta de amostras de fezes foi realizada diretamente na ampola retal dos animais, uma vez por dia, durante cinco dias de coleta consecutivos (11º ao 15º dia), em diferentes horários (6:00, 9:00, 12:00, 15:00 e 18:00 horas, respectivamente), em cada período experimental. As fezes foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificadas e congeladas em freezer a -20°C e após cada período experimental foram feitas amostras compostas por animal.

As amostras dos alimentos, das sobras e das fezes foram pré-secas em estufa com circulação forçada à 55°C, durante 72 horas e acondicionadas em recipientes, devidamente identificadas. Em seguida, foram moídas em moinho com peneira de malha de 2mm de diâmetro, sendo retirada uma amostra para incubação e determinação da fibra em detergente ácido indigestível (FDAi). Posteriormente, as amostras foram moídas em peneira de malha de 1mm de diâmetro, para determinação das análises laboratoriais.

As análises laboratoriais foram efetuadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFRPE, seguindo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002), para análise dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB).

Para determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), 0,5 g de amostra foi acondicionada em sacos de TNT (tecido-não-tecido) previamente secos e pesados e submetidos à fervura com solução de detergente neutro ou detergente ácido por 1 hora (Van Soest & Robertson, 1985), lavados com água quente e acetona, secos e pesados, de modo que o resíduo foi considerado FDN e FDA.

Para estimativa dos carboidratos totais (CHOT) e dos carboidratos não fibrosos (CNF) foram utilizadas as seguintes equações propostas por Sniffen et al. (1992) e Hall et al., (1999), respectivamente:  $CHOT = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$ ;  $CNF = 100\% - (\%PB + \%FDN + \%EE + \%MM)$ .

O consumo voluntário de matéria seca e dos diferentes nutrientes foi calculado mediante a diferença entre as quantidades oferecidas e sobras.

O consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT) e os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados segundo Weiss (1999), pelas seguintes equações:

$CNDT (kg) = (PB \text{ digestível}) + (2,25 * EE \text{ digestível}) + (CNF \text{ digestível}) + (FDN \text{ digestível})$ , onde:  $PBD = (PB \text{ ingerida} - PB \text{ fezes})$ ,  $EED = (EE \text{ ingerido} - EE \text{ fezes})$ ,  $CNFD = (CNF \text{ ingerido} - CNF \text{ fezes})$ ;  $FDND = (FDN \text{ ingerida} - FDN \text{ fezes})$ .

$$NDT (\%) = (\text{Consumo de NDT} / \text{Consumo de MS}) * 100$$

Para estimativa da produção de matéria seca fecal (PMSF) e consequente determinação do coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes foi utilizada a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), como indicador interno (Cochran et al., 1986). As amostras de fezes, alimentos e sobras foram acondicionadas em sacos de TNT e incubadas no rúmen de um bubalino por 264 horas (Casali et al., 2008). O material remanescente da incubação foi lavado e submetido à extração com detergente ácido, cujo resíduo foi considerado FDAi. Para o cálculo da PMSF foi utilizada a seguinte equação:  $PMSF (kg) = (\text{Consumo do indicador (kg)}) / (\text{Concentração do indicador nas fezes (\%)})$ .

As estimativas dos coeficientes de digestibilidade aparente (CD) foram efetuadas coletando-se amostras de fezes dos animais, bem como coletando-se amostras dos alimentos fornecidos e das sobras. Para o cálculo foi utilizada a seguinte equação:  $CD (\%) = (\text{Consumo de nutrientes (kg)} - \text{Nutrientes nas fezes (kg)}) / (\text{Consumo de nutrientes (kg)}) * 100$ .

Foi realizada coleta total de urina (24 horas) em cada período experimental por intermédio de bolsas coletoras de urina (bolsas para colostomia 65 mm, adaptadas) nos animais, as quais eram coladas ao corpo do animal para evitar perda de conteúdo urinário. A urina foi obtida cortando-se uma das extremidades da bolsa, a qual após a coleta era vedada com fita adesiva. Depois da micção, a amostra era colocada em balde contendo 100 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 10%. Sempre que necessário, o pH das amostras era ajustado para valor inferior a três. As amostras foram armazenadas em freezer a -20°C.

Nas amostras de urina foi determinado o teor de nitrogênio total, pelo método micro Kjeldahl, segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002). O balanço de nitrogênio (N) foi calculado como: Balanço de N = Noferecido – (Nsobras + Nfezes + Nurina), onde Noferecido, Nsobras, Nfezes e Nurina, representando as quantidades médias diárias de nitrogênio nos alimentos oferecidos, nas sobras, nas fezes e na urina, respectivamente.

As observações referentes ao comportamento animal foram realizadas às 6 horas do 16º dia do período experimental até às 6 horas do dia seguinte (17º dia), de forma visual, pelo método de varredura instantânea, proposta por Martin e Bateson (1986), a intervalos de cinco minutos (Morais, 2003), em 24 horas (Johnson & Combs, 1991).

As variáveis comportamentais observadas e registradas foram: ócio, ruminação e alimentação. Durante todo o período experimental os animais foram mantidos com iluminação artificial, para adaptação, devido às observações que foram realizadas à noite.

Também foram calculadas as seguintes relações:

$EAL_{MS} = CMS/TA$  (kg MS/h) – Eficiência de alimentação em função do consumo de MS;

$EAL_{FDN} = CFDN/TA$  (kg FDN/h) – Eficiência de alimentação em função do consumo de FDN;

$ERU_{MS} = CMS/TRU$  (kg MS/h) – Eficiência de ruminação em função do consumo de MS;

$ERU_{FDN} = CFDN/TRU$  (kg FDN/h) – Eficiência de ruminação em função do consumo de FDN;

Onde:

TA (h/dia) – Tempo de alimentação;

TRU (h/dia) – Tempo de ruminação;

CMS (kg/dia) – Consumo de MS e

CFDN (kg/dia) – Consumo de FDN.

Os resultados foram interpretados estatisticamente por meio de análises de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (UFV, 2007). O modelo matemático utilizado foi o seguinte:

$$Y_{ijklm} = m + F_i + P_j + A_k + e_{ijk}$$

Onde,

m é a média experimental,

F<sub>i</sub> efeito da i-ésima fonte de fibra,

P<sub>j</sub> efeito do j-ésimo período,

A<sub>k</sub> efeito do k-ésimo animal,

e<sub>ijk</sub> erro experimental.

i=1,2,3,4,5;

j=1,2,3,4,5;

k=1,2,3,4,5.

## **Resultados e Discussão**

Os consumos de matéria seca (kg/dia, % peso vivo e g/kg<sup>0,75</sup>), matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro (kg/dia e % peso vivo) e nutrientes digestíveis totais não diferiram ( $P < 0,05$ ) entre as fontes de fibra (Tabela 3), apresentando médias de 1,18kg/dia; 3,50%; 84,16g/kg<sup>0,75</sup>; 1,07kg/dia; 0,15kg/dia; 0,33kg/dia; 0,99% e 0,85kg/dia, respectivamente. Esse comportamento pode ser explicado pela semelhança na concentração dos nutrientes entre dietas experimentais (Tabela 2).

Os consumos médios de matéria seca (1,18kg/dia), proteína bruta (0,15kg/dia) e nutrientes digestíveis totais (0,85kg/dia), ficaram próximos aos estimados pelo NRC (2007), que foram de 1,03kg/dia, 0,13kg/dia e de 0,68 kg/dia, respectivamente, para ovinos com 34kg de peso vivo e com ganho de peso diário de 200g.

Vários trabalhos mostram que a inclusão de fontes de fibra não forragem na dieta de ruminantes, proporciona diminuição do tamanho de partícula da dieta, menor fibra fisicamente efetiva e aumento da taxa de passagem, ocorrendo, geralmente, aumento no consumo de matéria seca (Morais, 2003; Allen, 1997; Armentano & Pereira, 1997; Firkins, 1997). No presente trabalho, quando foi utilizada a casca de soja e o caroço de algodão como principal fonte de fibra, apesar do menor tamanho de partícula, principalmente da casca de soja, não houve aumento no consumo de matéria seca.

Vazques & Smith (2000) sugeriram que a utilização exclusiva do teor de fibra em detergente neutro para a predição do consumo de matéria seca é inadequada, pois os teores de lignina, a composição dos carboidratos estruturais, a taxa e extensão da digestão da parede celular, o tamanho e a densidade de partículas devem ser considerados na avaliação do consumo de matéria seca, sobretudo quando são utilizadas diferentes fontes de fibra em detergente neutro na dieta.

Tabela 3. Consumo de nutrientes das dietas experimentais

Itens	Tratamentos <sup>1</sup>					
	FT	CS	CA	FTCS	FTCA	CV (%)
<b>Matéria seca</b>						
kg/dia	1,12a	1,13a	1,20a	1,19a	1,23a	9,65
% Peso vivo	3,39a	3,39a	3,55a	3,52a	3,65a	10,38
g/kg <sup>0,75</sup>	81,24a	81,26a	85,60a	84,82a	87,86a	10,14
<b>Matéria orgânica (kg/dia)</b>						
Proteína bruta (kg/dia)	0,14a	0,14a	0,14a	0,16a	0,16a	11,98
Extrato etéreo (kg/dia)	0,015c	0,014c	0,088a	0,015c	0,054b	14,03
<b>Fibra em detergente neutro</b>						
kg/dia	0,29a	0,35a	0,34a	0,36a	0,32a	14,82
% Peso vivo	0,87a	1,03a	1,02a	1,05a	0,97a	15,23
<b>Nutrientes digestíveis totais(kg/dia)</b>						
	0,80a	0,84a	0,89a	0,87a	0,86a	9,48

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem significativamente pelo teste de Tukey (P<0,05); <sup>1</sup>- FT – feno de tifton, CS – casca de soja, CA – caroço de algodão, FTCS – feno de tifton + casca de soja e FTCA - feno de tifton + caroço de algodão

Em relação ao caroço de algodão, pesquisas indicaram haver influência da concentração de gordura sobre o consumo de matéria seca (Rode et al., 1985), no entanto, apesar da concentração de extrato etéreo (Tabela 2) ficar próximo ao valor de 7% (Jenkins et al., 1993) para animais ruminantes, não foi verificada alterações no consumo de matéria seca. A fibra do caroço de algodão apresenta efetividade física próximo a da forragem podendo ser verificada pelo tempo em ruminação (Tabela 6), o que contribui para manter a saúde do ambiente ruminal. Apesar da digestibilidade da fração fibrosa ter sido inferior no tratamento com caroço de algodão em comparação à casca de soja (Tabela 4), não influenciou o consumo de matéria seca.

O Consumo de matéria seca (% PV) foi inferior (3,44%) aos obtidos por Costa (2009) que encontrou média de 4,35%, trabalhando com ovinos sem padrão racial definido, instalados em baias e alimentados com feno de tifton, casca de soja e caroço

de algodão como fonte de fibra em dietas à base de palma forrageira. O mesmo autor observou menor consumo de matéria seca (%PV e g/kg<sup>0,75</sup>) para os animais que consumiram caroço de algodão (4,03% e 90,32 g/kg<sup>0,75</sup>, respectivamente), em relação aos animais que consumiram feno de tifton (4,67% e 104,28 g/kg<sup>0,75</sup>, respectivamente) e casca de soja (4,34% e 97,50g/kg<sup>0,75</sup>, respectivamente). Segundo o autor, o maior percentual de sobras (20%), permitiu que o animal selecionasse os alimentos, ingerindo menor quantidade de caroço de algodão. No presente trabalho o percentual de sobras foi de 10%, permitindo que os animais se alimentassem à vontade, mas diminuiu as possibilidades do animal selecionar a dieta.

Para o consumo de extrato etéreo, foi observado diferença significativa (P<0,05) entre as fontes de fibra. Os animais que consumiram as dietas que continham caroço de algodão como fonte de fibra apresentaram consumo de extrato etéreo superior aos demais tratamentos. O que pode ser explicado pela maior concentração de extrato etéreo no tratamento com caroço de algodão, seguido pelo tratamento com a mistura feno de tifton com caroço de algodão (Tabela 2), evidenciando o maior consumo. O caroço de algodão apresenta alto teor de extrato etéreo (Tabela 1), aumentando a concentração do mesmo com sua inclusão na dieta.

Rogério et al. (2004) recomendam como nível máximo de inclusão do caroço de algodão na alimentação de ovinos de até 24% na matéria seca, níveis maiores afetam a digestibilidade da fração fibrosa do alimento. Enquanto Teixeira & Borges (2005) recomendaram 35% como nível máximo de inclusão do caroço de algodão na alimentação de ovinos, evitando efeito inibidor do extrato etéreo sobre a digestibilidade da fibra. Cunha et al. (2008) sugeriram que a inclusão do caroço de algodão até níveis de 40%, são acompanhados de acréscimo no consumo de extrato etéreo e da fibra em detergente neutro, além de aumento na digestibilidade da fibra em detergente neutro.

No presente trabalho, quando utilizado como fonte de fibra apenas o caroço de algodão, a proporção foi de 27%, ou seja, superior ao nível recomendado por Rogério et al. (2004), porém inferior aos recomendadas por Cunha et al. (2008) e Teixeira & Borges (2005). A inclusão do caroço de algodão na dieta não ultrapassou os limites propostos por Jenkins (1993) de 7% de extrato etéreo com base na matéria seca da dieta.

O coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica e fibra em detergente neutro diferiram ( $P < 0,05$ ) entre as fontes de fibra (Tabela 4). A dieta com casca de soja apresentou maior digestibilidade quando comparados aos que receberam a dieta com a mistura feno de tifton e caroço de algodão. Esse comportamento pode ser explicado pela composição química da parede celular da casca de soja, composta basicamente por celulose e por pouca lignina (Mendes et al., 2010). Além de apresentar película rica em pectina, conferindo alta digestibilidade tanto da matéria seca, quanto da fibra em detergente neutro e conseqüentemente dos carboidratos totais (Silva et al., 2004).

Tabela 4. Coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes

Item (%)	Tratamentos <sup>1</sup>					
	FT	CS	CA	FTCS	FTCA	CV (%)
Matéria seca	76,26ab	78,76a	70,95ab	77,39ab	69,20b	5,94
Matéria orgânica	80,44ab	82,48a	75,53ab	81,27ab	73,95b	4,56
Proteína bruta	80,86a	79,17ab	72,75b	81,40a	74,26ab	4,76
Extrato etéreo	67,86b	65,60b	91,21a	72,28b	88,14a	10,18
Fibra em detergente neutro	58,16ab	70,46a	58,03ab	65,42ab	47,49b	15,00
Nutrientes digestíveis totais	71,20a	74,41a	74,81a	72,66a	69,67a	4,58

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ); <sup>1</sup>- FT – feno de tifton, CS – casca de soja, CA – caroço de algodão, FTCS – feno de tifton + casca de soja e FTCA- feno de tifton + caroço de algodão

Vale ressaltar que o tipo e a quantidade dos carboidratos presentes no alimento afetam tanto o consumo como a digestibilidade da matéria seca, o que justifica o maior coeficiente de digestibilidade da matéria seca para o tratamento com casca de soja, que apresenta alto teor de fibra em detergente neutro, mas que é altamente digestível (Silva et al., 2002).

Considerando que a fibra em detergente neutro é uma fração dos alimentos de lenta e incompleta digestão no trato gastrintestinal, esta tem sido negativamente correlacionada ao valor nutritivo dos alimentos (Mertens, 1996). Desta forma, dietas com elevado teor de fibra em detergente neutro apresentam, de modo geral, reduzida digestão dos nutrientes, notadamente dos carboidratos.

Neste trabalho, as concentrações de fibra em detergente neutro foram semelhantes entre os tratamentos, porém apresentaram efetividade física diferente. Pesquisas mostram que fontes de fibra não forragem como a casca de soja, por apresentarem menor tamanho de partícula e, assim, menor fibra fisicamente efetiva, podendo ocorrer redução no pH ruminal, aumento da taxa de passagem, menor ruminação, redução da digestão da fração fibrosa e, conseqüentemente, maior consumo (Morais, 2003; Allen, 1997; Armentano & Pereira, 1997; Firkins, 1997). Esse comportamento não foi verificado no presente trabalho. Porém, os resultados mostram que com a inclusão da casca de soja esses eventos, a não ser a ruminação, não ocorreram.

Para a digestibilidade aparente da proteína bruta foram encontradas diferenças ( $P < 0,05$ ) em função da fonte de fibra. A dieta que continha feno de tifton e a dieta com a mistura feno de tifton mais casca de soja apresentaram maior digestibilidade aparente da proteína bruta quando comparada à dieta com caroço de algodão.

A menor digestibilidade aparente da proteína bruta quando incluído na dieta o caroço de algodão pode ser explicada devido à dificuldade de atuação dos

microrganismos e enzimas digestivas nas sementes, local onde se encontra maior concentração de proteína (Melo et al., 2005).

Houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) no coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo entre as fontes de fibra, onde as maiores digestibilidades foram observadas nos tratamentos com caroço de algodão. Segundo Coppock et al. (1987), este comportamento é devido a diluição do efeito da gordura metabólica fecal pelo aumento no consumo de extrato etéreo.

O nitrogênio consumido (g/dia) não diferiu ( $P < 0,05$ ) entre as fontes de fibra (Tabela 5), possivelmente, devido à semelhança na concentração de proteína entre os tratamentos (Tabela 2), além de não haver diferença no consumo de matéria seca (Tabela 3).

Tabela 5. Balanço de Nitrogênio

Itens	Tratamentos <sup>1</sup>					
	FT	CS	CA	FTCS	FTCA	CV (%)
Nitrogênio (g/dia)						
Ingerido	21,89a	21,92a	22,96a	25,19a	25,82a	11,98
Fezes	3,75c	4,53a	4,15b	3,30d	3,90bc	4,71
Urina	6,01b	5,91b	4,83c	5,33bc	9,30a	8,49
Absorvido	18,13a	17,40a	18,80a	21,90a	21,90a	14,40
Balanço de nitrogênio	12,12a	11,50a	13,97a	16,55a	12,63a	20,48

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ); <sup>1</sup>- FT – feno de tifton, CS – casca de soja, CA – caroço de algodão, FTCS – feno de tifton + casca de soja e FTCA - feno de tifton + caroço de algodão.

A quantidade de nitrogênio excretada nas fezes diferiu ( $P < 0,05$ ) entre as fontes de fibra. Os animais alimentados com a dieta que continha casca de soja apresentou maiores perdas de nitrogênio através das fezes, isso pode ter ocorrido pela maior taxa de passagem já que houve menor ruminação e mastigação total (Tabela 6), porém esse aumento na taxa de passagem não foi suficiente para afetar o consumo de matéria seca.

Quando foi acrescido o feno de tifton juntamente com a casca de soja na dieta houve redução nas perdas de nitrogênio nas fezes, provavelmente por aumentar a fibra fisicamente efetiva e promovendo menor taxa de passagem, maior ruminação, com consequente menor perda nas fezes.

Russell et al. (1992) relataram que os microrganismos do rúmen, especialmente os celulolíticos, utilizam a amônia (produto da degradação da proteína) para efetuar a síntese de proteína microbiana. Assim, a presença do nitrogênio amoniacal no ambiente ruminal é fator essencial desde que esteja associada a uma fonte de energia adequada. Quando há um desequilíbrio entre o nitrogênio e a energia no rúmen, ocorre aumento na produção de ureia, que envolve custo energético, além de perda de nitrogênio via urina. Isso pode explicar a diferença ( $P < 0,05$ ) na excreção de nitrogênio via urina entre as fontes de fibra, já que a digestibilidade da matéria orgânica quando utilizada a mistura feno de tifton com caroço de algodão como fonte de fibra foi inferior ao tratamento com casca de soja (Tabela 4), podendo, provavelmente, ter ocorrido um desequilíbrio na disponibilidade entre proteína e energia.

O balanço de nitrogênio não diferiu ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos. Como o balanço foi positivo entre todas as fontes de fibra utilizadas, indicou que não houve mobilização das reservas corporais e que houve retenção de proteína no organismo animal.

Os tempos em alimentação e ócio, assim como a eficiência em alimentação em função do consumo de matéria seca e em função do consumo de fibra em detergente neutro não diferiram ( $P < 0,05$ ) entre as fontes de fibra (Tabela 6). O que pode ter ocorrido devido ao consumo de matéria seca e de fibra em detergente neutro não terem diferido entre as fontes de fibra (Tabela 3).

Tabela 6. Comportamento ingestivo

Itens	Tratamentos <sup>1</sup>					
	FT	CS	CA	FTCS	FTCA	CV (%)
Tempo (min./dia)						
Alimentação	210a	196a	174a	178a	196a	22,11
Ruminação	322a	202b	274ab	318a	346a	15,82
Ócio	908a	1044a	992a	944a	898a	13,67
Mastigação total	532a	398b	448ab	496ab	542ab	15,49
Eficiências						
Alimentação (kg MS/h)	0,39a	0,36a	0,44a	0,41a	0,40a	27,22
Alimentação (kg FDN/h)	0,09a	0,11a	0,13a	0,12a	0,10a	31,18
Ruminação (kg MS/h)	0,21b	0,38a	0,28ab	0,23b	0,22b	22,02
Ruminação (kg FDN/h)	0,05b	0,12a	0,08ab	0,07b	0,06b	28,72

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem significativamente pelo teste de Tukey (P<0,05); <sup>1</sup>- FT – feno de tifton, CS – casca de soja, CA – caroço de algodão, FTCS – feno de tifton + casca de soja e FTCA - feno de tifton + caroço de algodão

Houve diferença significativa (P<0,05) do tempo de ruminação entre as fontes de fibra. A dieta com casca de soja proporcionou menor tempo de ruminação, provavelmente, devido ao seu menor tamanho de partícula, porém quando utilizada na dieta combinada com o feno de tifton o tempo de ruminação aumentou, ou seja, aumentou a efetividade física da fibra. Nos tratamentos que continham o feno de tifton como fonte de fibra, o tempo de ruminação foi maior, o que já era de se esperar devido a sua maior efetividade física da fibra, já que apresentam maior tamanho de partícula.

Segundo Mertens (1997) a fibra efetiva é definida como sendo a habilidade total de um alimento em substituir a forragem de forma que a porcentagem de gordura no leite seja mantida. Já a fibra fisicamente efetiva está relacionada às propriedades físicas da fibra, principalmente tamanho de partícula, que estimula a mastigação, ruminação e motilidade do rúmen, e estabelece a estratificação bifásica do conteúdo ruminal.

Segundo Van Soest (1994), o teor de fibra e a forma física da dieta são os principais fatores que afetam o tempo de ruminação. Dietas composta por fontes de

fibra provenientes de volumosos fornecem ambiente favorável para um bom funcionamento do rúmen, além do tamanho de partícula determinar o tempo de permanência no rúmen mantendo a atividade de mastigação.

Fimbres et al. (2002) trabalharam com teores crescentes de feno na alimentação de ovinos (0, 10, 20 e 30% da MS) e observaram um efeito linear crescente no tempo de ingestão, ruminação e mastigação em minutos por dia, com o aumento da quantidade de feno na dieta. O tempo de ruminação, com 10% de feno (308 minutos/dia), foi próximo ao da dieta com 9,06% de feno e casca de soja (322 minutos/dia). Isso mostra que a dieta que continha feno e casca de soja mantiveram um tempo satisfatório de ruminação e de mastigação, quando comparado ao estudo destes autores.

De acordo com Mertens (1997) a atividade de mastigação é uma característica que reflete as propriedades físicas e químicas dos alimentos, como a concentração de fibra em detergente neutro, o tamanho de partícula e a umidade. A fibra fisicamente efetiva é a fração do alimento que estimula a atividade de mastigação. Dessa forma, o tempo de mastigação foi alterado ( $P < 0,05$ ) pelas fontes de fibra, onde o maior tempo na atividade de mastigação foi obtido quando utilizado o feno de tifton como fonte de fibra e, o menor tempo de mastigação total quando utilizada a casca de soja como fonte de fibra.

A superioridade da dieta contendo feno de tifton na atividade de mastigação, em relação à dieta com casca de soja, se deve ao fato de que a casca de soja apresenta menor efetividade física da fibra, em comparação a fonte de fibra do volumoso, feno de tifton, devido ao seu menor tamanho de partícula.

Esse comportamento também foi observado por Moraes et al. (2006), que avaliando a substituição do feno de capim coastcross por casca de soja, observaram que a adição do feno aumentou o tamanho de partícula da dieta, o consumo de fibra em detergente neutro, a atividade de ruminação, o pH ruminal e a relação

acetato:propionato, quando comparado ao tratamento com casca e sem feno. Isso comprova as conclusões de Grant (1997), segundo as quais, quando fontes de fibra não volumoso substituem parcialmente uma forragem, é necessário que o tamanho de partícula da forragem seja suficiente para estimular a ruminação, evitar a redução do pH e reter por mais tempo as partículas menores no rúmen.

As eficiências de ruminação em função do consumo de matéria seca e em função do consumo de fibra em detergente neutro diferiram ( $P < 0,05$ ) entre as fontes de fibra. A eficiência em ruminação em função do consumo de matéria seca foi maior para a dieta com casca de soja, provavelmente, devido à diferença no tempo de ruminação, menor nesse tratamento, e devido ao coeficiente de digestibilidade da matéria seca ter sido maior, já que o consumo de matéria seca não variou. Enquanto que a eficiência de ruminação em função do consumo de fibra em detergente neutro também foi maior para o tratamento com casca de soja, possivelmente, devido ao menor tempo em ruminação e devido a menor efetividade física da fibra, que apresenta menor tamanho de partícula comparada as outras fontes de fibra, além disso, o consumo de fibra em detergente neutro não diferiu.

Morais et al. (2006), avaliando o comportamento ingestivo de ovinos em dietas com casca de soja observaram que a adição da casca de soja reduz o tempo em alimentação, tempo em ruminação e tempo de mastigação total. No presente trabalho, a inclusão da casca de soja também proporcionou menor tempo em ruminação.

### **Conclusão**

Em função dos resultados encontrados para consumo, digestibilidade, balanço de nitrogênio e comportamento ingestivo em ovinos recebendo dietas com 54% de palma forrageira na base da matéria seca, recomenda-se a utilização de feno de tifton, casca de soja, caroço de algodão e as misturas feno de tifton com casca de soja e feno de tifton com caroço de algodão na dieta de ovinos.

## Referências

- ALLEN, M. S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.7, p.1447-1462, 1997.
- ANDRADE, D. K. B.; WANDERLEY, W. L.; FERREIRA, M. de A. et al. Digestibilidade e absorção aparentes em vacas da raça Holandesa alimentadas com palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.2088-2097, 2002.
- ARMENTANO, L.; PEREIRA, M. Measuring the effectiveness of fiber by animal response trials. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.7, p.1416-1425, 1997.
- BATISTA, A. M. V.; MUSTAFA, A. F.; SANTOS, G. R. A.; et al. Chemical composition and ruminal dry matter and crude protein degradability of spineless cactus. **Journal Agronomy & Crop Science**, v.189, n.1, p.123-126, 2003.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos in situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.
- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v.63, n.5, p.1476-1483, 1986.
- COPPOCK, C.E.; LANHAM, J.K.; HORNER, J.L. A review of the nutritive value and utilization of whole cottonseed, cottonseed meal and associated by-products by dairy cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v.18, n.1, p.89-129, 1987.
- COSTA, S.B.M. **Feno de capim tifton, casca de soja e caroço de algodão como fonte de fibra em dietas à base de palma forrageira para ovinos**. 2009. 44f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- CUNHA, M.G.G.; CARVALHO, F.F.R.; VÉRAS, A.S.C. et al. Desempenho e digestibilidade aparente em ovinos confinados alimentados com dietas contendo níveis crescentes de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1103-1111, 2008.
- FERREIRA, M.A.; PESSOA, R.A.S.; AZEVEDO, M. et al. **Palma forrageira e uréia na alimentação de novilhas leiteiras**. Recife: Ed. da UFRPE, 2007. 30p.
- FIMBRES, H.; KAWAS, J.R.; HERNADEZ-VIDAL, J.F. et al. Nutrient intake, digestibility, mastication and ruminal fermentation of lambs fed finishing ration with various forage levels. **Small Ruminant Research**, v.43, n.1, p.275-281, 2002.
- FIRKINS, J. L. Effects of feeding nonforage fiber sources on site of fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.7, p.1426-1437, 1997.
- GRANT, R.J. Interactions among forages and nonforage fiber sources. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.7, p.1438-1446, 1997.

- HALL, M. B.; HOOVER, W. H.; JENNINGS, J. P. et al. A Method for partitioning neutral detergent soluble carbohydrates. **Journal Science Food Agriculture**, v.79, n.9, p.2079-2086, 1999.
- IPHARRAGUERRE, I.R.; CLARK, J.H. Soyhulls as na alternative feed for lactating dairy cows: a review, **Journal of Dairy Science**, v.86, n.3, p.1052-1073, 2003.
- JENKINS, T.C. lipid Metabolism in the rumen. In: Symposium: Advances in ruminant lipid metabolism. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.3851-3863, 1993.
- JOHNSON, T.R.; COMBS, D.K. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.74. n.3, p.933-944, 1991.
- LIMA, M.L.M. **Análise Comparativa da Efetividade da Fibra de volumosos e subprodutos**. 2003. 131f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- MARTIN, P.; BATESON, P. **Measuring behavior: an introductory guide**. 3 ed. New York, Cambridge University Press, 1986. 254 p.
- MELO, A.A.S.; CARVALHO M.C.; CAVALCANTI C.V.A. et al. Efeito da substituição do feno de tifton (*Cynodon dactylon*) por palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) sobre o comportamento ingestivo de vacas holandesas em lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004. Campo Grande-MS. **Anais...**Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. (CD-ROM).
- MELO, A.A.S.; FERREIRA, M.A.; VERÁS, A.S.C. et al. Carço de algodão como fonte de fibra e proteína em dietas à base de palma forrageira para vacas em lactação: digestibilidade. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.27, n.3, p.355-362, 2005.
- MENDES, C.Q.; TURINO, V.F.; SUSIN, I. et al. Comportamento ingestivo de cordeiros e digestibilidade dos nutrientes de dietas contendo alta proporção de concentrado e diferentes fontes de fibra em detergente neutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.594-600, 2010.
- MERTENS, D.R., Creating a system for meeting the fiber requeriments of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.7, p.1463–1481, 1997.
- MERTENS, D.R. Using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations. In: INFORMATIONAL CONFERENCE WITH DAIRY AND FORAGES INDUSTRIES, 1996, Wisconsin. **Proceedings...** Wisconsin: 1996. p.81-92.
- MORAIS, J.B.; SUSIN, I.; PIRES, A.V. et al. Comportamento ingestivo de ovinos e digestibilidade aparente dos nutrientes de dietas contendo casca de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.7, p.1157-1164, 2006.
- MORAIS, J. B. de. **Substituição do feno de “coastcross” (*Cynodon ssp*) por casca de soja na alimentação de borregas (os) confinadas (os)**. 2003, 63f. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requeriments of small ruminants**. Washington, DC., 2007. 362p.

- RESTLE, J.; FATURI, C.; FILHO, D.C.A. et al. Substituição do grão de sorgo por casca de soja na dieta de novilhos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.1009-1015, 2004.
- RODE, L.; WEAKLEY, D.; SATTER, L. Effect of forage amount and particle size in diets of lactating dairy cows on site of digestion and microbial protein synthesis. **Journal of Animal Science**, v.65, n.1, p.101-111, 1985.
- ROGÉRIO, M.C.P.; BORGES, I.; TEIXEIRA, D.A.B. et al. Efeito do nível de caroço de algodão sobre a digestibilidade da fibra dietética do feno de capim tifton 85 (*Cynodon spp.*) em ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.5, p.665-670, 2004.
- ROGÉRIO, M.C.P.; BORGES, I.; SANTIAGO, G.S. et al. Uso de caroço de algodão na alimentação de ruminantes. **Arquivo de Ciência Veterinária e Zootecnia**, v.6, n.1, p.75-80, 2003.
- RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.
- SANTOS, D.C.; FARIAS, I.; LIRA, M.A. et al. **A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill e *Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) em Pernambuco: cultivo e utilização**. Recife:IPA (Documentos IPA, 25), 1997. 23p.
- SILVA, D.C.; KAZAMA, R.; FAUSTINO, J.O. et al. Digestibilidade *in vitro* e degradabilidade *in situ* da casca do grão de soja, resíduo de soja e casca de algodão. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.26, n.4, p.501-506, 2004.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2002, 235p.
- SILVA, L.D.F.; EZEQUIEL, J.M.B.; AZEVEDO, P.S. et al. Digestão total e parcial de alguns componentes de dietas contendo diferentes níveis de casca de soja e fontes de nitrogênio, em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p.1258-1268, 2002.
- SNIFFEN, C. J., O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.2, p.3562-3577, 1992.
- SOUZA, E.J.O. **Substituição de casca de soja por feno de Tifton (*Cynodon dactylon*) em dietas a base de palma forrageira (*Opuntia ficus indica*, Mill) para caprinos**. 2008. 67p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- TEIXEIRA, D. A. B.; BORGES, I. Efeito do nível de caroço integral de algodão sobre o consumo e a digestibilidade aparente da fração fibrosa do feno de braquiária (*Brachiaria decumbens*) em ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.57, n.2, p.229-233, 2005.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. SAEG - **Sistema de análise estatística e genética**, versão 8.0. Viçosa - MG (manual do usuário), 2007. 150p.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. **Analysis of forages and fibrous foods**. Ithaca: Cornell University Press, 1985, 202p.
- VASQUEZ, O.P.; SMITH, T.R. Factors affecting pastures intake and total dry matter intake in grazing dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.10, p.2301-2309, 2000.
- VIEIRA, E. L. **Adição de fibra em dietas contendo palma forrageira (*Opuntia ficus indica*, Mill) para caprinos**. 2006, 53f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- WEISS, W.P. **Energy prediction equations for ruminant feeds**. Cornell: Nutrition conference for feed manufactures, p. 176-184, 1999.

## **Capítulo 2**

### **Silagem de sorgo e feno de maniçoba e dois níveis de concentrado na dieta de vacas em lactação**

---

## **Silagem de sorgo e feno de maniçoba e dois níveis de concentrado na dieta de vacas em lactação**

**Resumo** – O experimento foi desenvolvido na Estação Experimental de Arcoverde, pertencente ao IPA, de janeiro a abril de 2009. Objetivou-se avaliar a utilização da silagem de sorgo, do feno de maniçoba e de duas proporções de concentrado (15 e 10% na MS) em dietas à base de palma, na alimentação de vacas em lactação. Foram utilizadas oito vacas da raça Girolando, com peso vivo médio e produção inicial de  $463 \pm 61,71$  kg e  $9,1 \pm 2,52$  kg, respectivamente, com 95 dias de lactação. O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino  $4 \times 4$  em esquema fatorial  $2 \times 2$ ; sendo utilizados dois quadrados simultâneos. Cada período experimental teve duração de 21 dias, 14 de adaptação e 7 para coleta de dados e amostras. Os consumos de proteína bruta, fibra em detergente neutro e nutrientes digestíveis totais diferiram ( $P < 0,05$ ) em função dos volumosos utilizados, com menores consumos para o feno de maniçoba (1,50; 4,10; 6,17 kg/dia, respectivamente). A digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e fibra em detergente neutro diferiram ( $P < 0,05$ ) de acordo com os volumosos, verificando menores valores para o feno de maniçoba (51,70; 53,91; 62,30 e 20,74%, respectivamente). A produção e composição do leite não diferiram ( $P > 0,05$ ) entre os volumosos, nem entre os níveis de concentrado (9,1kg/dia). A eficiência de síntese de proteína microbiana foi diferente entre os volumosos, sendo menor no tratamento com silagem de sorgo (99,46g/kgNDT, respectivamente). A concentração de ureia e nitrogênio ureico no plasma diferiu ( $P < 0,05$ ) entre as proporções de concentrado, com menores valores para a proporção 15% de concentrado (31,41 e 14,67mg/dl, respectivamente). A eficiência de ruminação em função da fibra em detergente neutro diferiu ( $P < 0,05$ ) entre os volumosos, com menores valores para o feno de maniçoba (0,50 kg/h). Sugere-se para vacas com 9,1kg de leite/dia e recebendo 50% de palma forrageira, dieta com feno de maniçoba ou silagem de sorgo e 10% de concentrado.

**Palavras-chave:** comportamento ingestivo, digestibilidade, produção e composição do leite, semiárido

### **Sorghum silage and maniçoba hay and two levels of concentration in diets for lactating dairy cows**

**Abstract** - The experiment was conducted at the Experimental Station of Arcoverde, belonging to IPA, from January to April, 2009. The objective was to evaluate the utilization of sorghum silage, “maniçoba” hay, and two levels of concentrate (15 and 10%) in diets for lactating dairy cows. Eight Holstein/Zebu “Girolando” cows, with average live weight and initial milk production of  $463 \pm 61.71$  kg and  $9.1 \pm 2.52$  kg, respectively, with 95 days of lactation were used. The experimental design was a 4 x 4 Latin square in a 2x2 factorial arrangement, using two squares simultaneously. Each experimental period lasted 21 d, 14 d for adaptation and 7 d for data and sample collection. The crude protein, neutral detergent fiber and total digestible nutrients intake differed ( $P < 0.05$ ) depending on the forage used, with lower intake for “maniçoba” hay (1.50, 4.10, 6.17 kg /day, respectively). The apparent digestibility of dry matter, organic matter, crude protein and neutral detergent fiber, differed ( $P < 0.05$ ) according to the roughage, with lower values observed for “maniçoba” hay (51.70, 53.91, 62.30, and 20.74%, respectively). Milk production and composition did not differ ( $P > 0.05$ ) between roughages, or concentrate levels (9.1 kg/day). The efficiency of microbial protein synthesis was different between roughages, being lower in the treatment with sorghum silage (99.46 g/kg TDN, respectively). The concentration of urea and plasma urea nitrogen, differed ( $P < 0.05$ ) between the proportions of concentrate, with lower values for the inclusion of 15% of concentrate (31.41 and 14.67 mg/dl, respectively). Rumination efficiency as a function of neutral detergent fiber differed ( $P < 0.05$ ) between roughages, with lower values for “maniçoba” hay (0.50 kg/h). It is suggested for cows with 9.1 kg of milk per day and receiving 50% of cactus, diet with sorghum silage or “maniçoba” hay and 10% of concentrate.

**Keywords:** ingestive behavior, digestibility, milk production and composition, semiarid

## **Introdução**

A palma forrageira tem sido uma das soluções para região semiárida, por ser adaptada às condições edafoclimáticas desta região e resistente aos períodos de estiagem. É utilizada frequentemente na alimentação animal, porém, não pode ser fornecida como único volumoso por apresentar baixos teores de matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro, necessitando ser associada a uma fonte de fibra, que pode ser proveniente de silagens, fenos ou palhadas (Mattos et al., 2000).

Uma fonte de fibra proveniente de silagens que tem sido utilizada na alimentação animal é o sorgo (Pimentel et al., 1998). Devido à maior produção de massa, o sorgo pode fornecer silagem mais barata e de valor nutritivo próximo à do milho. Sendo uma das culturas que mais se destacam na produção de silagens, em razão de suas características intrínsecas (alta quantidade de carboidratos solúveis, baixo poder tampão, teor de matéria seca acima de 25% no momento da ensilagem e estrutura física que permite boa compactação nos silos), enquadrando-se perfeitamente entre as forrageiras desejadas para confecção de silagens de boa qualidade (McDonald et al., 1991). Embora o sorgo apresente estas características e seja uma alternativa importante para a região semi-árida, torna-se uma cultura de risco, devido às irregularidades das chuvas e longos períodos de estiagem que ocorrem no semi-árido.

Outra proposta que vem sendo explorada é o aproveitamento de espécies presentes na caatinga. Entre as plantas da caatinga, a maniçoba apresenta características forrageiras importantes. Sendo adaptadas às adversidades do clima semiárido, podendo ser considerada como uma forrageira de alta palatabilidade, por ser bastante procurada pelos animais em pastejo, que sempre a consomem com avidez. Quando cultivada permite um a dois cortes no curto período chuvoso. A rebrota desta planta ocorre rapidamente após as primeiras chuvas, florando, frutificando e perdendo as folhas logo

em seguida, o que preconiza sua conservação na forma de feno ou silagem (Salviano & Soares, 2003).

A fenação e a ensilagem, após trituração de todo o material forrageiro produzido, são os meios mais recomendados de utilização da maniçoba (Castro et al., 2004). Essas práticas favorecem a redução na formação do ácido cianídrico, presente na maniçoba fresca, que causa intoxicação nos animais. O ácido cianídrico (HCN) volatiliza-se facilmente, quando a planta é triturada, espalhada, revirada e submetida ao murchamento ou secagem ao sol, reduzindo o nível de HCN. Nestas condições, o material desidratado pode ser utilizado na alimentação animal.

Com a queda da disponibilidade de forragem nos períodos de estiagem na região semiárida, prática comum é a utilização da proporção de 1kg de concentrado para 3 kg de leite, o que, além de não resolver o problema, eleva os custos de produção. Como a proporção do concentrado na dieta e sua composição dependem basicamente da composição e quantidade do volumoso utilizado, a disponibilidade de animais e forragens, plenamente adaptados ao ambiente, pode garantir aos sistemas de produção menor risco e maior resistência às irregularidades climáticas.

Objetivou-se avaliar a silagem de sorgo, o feno de maniçoba e duas proporções de concentrado na alimentação de vacas em lactação.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Arcoverde, pertencente ao Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA, localizada no município de Arcoverde-PE, no período de janeiro a abril de 2009.

Foram utilizadas oito vacas da raça Girolando (5/8), multíparas, com peso vivo médio inicial de 463±61,71 kg, produção de leite média inicial de 9,1±2,52 kg/dia e com 95 dias em lactação no início do experimento. Os animais foram alojados em baias individuais, providas de comedouros e bebedouros para controle do consumo de alimentos e água. Os animais foram pesados ao início e final de cada período experimental pela manhã, antes do fornecimento da ração (Tabela 1 e 2).

Tabela 1. Composição química dos ingredientes (% MS)

Nutrientes (%)	Palma Forrageira	Silagem de sorgo	Feno de maniçoba	Farelo de soja	Milho
Matéria seca <sup>1</sup>	9,15	32,28	84,71	85,95	85,42
Matéria mineral <sup>2</sup>	14,19	6,46	6,76	6,83	1,43
Matéria orgânica <sup>2</sup>	85,81	93,54	93,24	93,17	98,57
Proteína bruta <sup>2</sup>	4,50	5,75	9,52	47,00	8,87
Extrato etéreo <sup>2</sup>	1,74	2,02	2,20	1,83	3,89
Fibra em detergente neutro <sup>2</sup>	27,53	66,54	61,78	18,13	11,16
corrigida para proteína <sup>2</sup>	26,89	64,09	58,79	16,36	10,59
Fibra em detergente ácido <sup>2</sup>	16,47	36,15	41,01	6,08	2,55
Proteína Insolúvel					
em detergente neutro <sup>2</sup>	0,64	2,45	2,99	1,77	0,57
em detergente ácido <sup>2</sup>	0,05	0,19	0,76	0,02	0,004
Lignina <sup>2</sup>	2,42	4,27	8,82	1,03	0,83
Carboidratos totais <sup>2</sup>	79,57	85,77	81,52	44,34	85,81
Carboidratos não fibrosos <sup>2</sup>	52,04	19,23	19,74	26,21	74,65

<sup>1</sup>-% na matéria natural; <sup>2</sup>-% na matéria seca

Tabela 2. Composição das dietas experimentais (% MS)

Item	Tratamentos (%)			
	Silagem de sorgo		Feno de maniçoba	
	15% de concentrado	10% de concentrado	15% de concentrado	10% de concentrado
<b>Ingredientes</b>				
Palma	51,5	51,5	51,5	51,5
Silagem de Sorgo	33	38,5	0	0
Feno de Maniçoba	0	0	33	38,5
Farelo de Soja	13,5	7	9,5	3
Milho	0	0	4,0	4,0
Ureia	0,5	1,5	0,5	1,5
Mistura Mineral	1,0	1,0	1,0	1,0
Sal comum	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Nutrientes (%)</b>		<b>Composição química</b>		
Matéria seca	15,66	15,45	17,05	17,06
Matéria mineral	10,38	10,29	10,26	10,19
Matéria orgânica	87,64	86,73	87,76	86,83
Proteína bruta	11,96	12,02	11,68	11,95
Extrato etéreo	1,81	1,80	1,95	1,95
Fibra em detergente neutro	38,58	41,06	36,73	38,95
corrigida para proteína	37,21	39,67	35,23	37,40
Fibra em detergente ácido	21,23	22,83	22,69	24,56
Lignina	2,80	2,96	4,29	4,71
Carboidratos totais	75,85	75,89	76,11	75,91
Carboidratos não fibrosos	37,27	34,82	39,37	36,96
corrigida para proteína	38,65	36,22	40,88	38,51
Nutrientes digestíveis totais <sup>1</sup>	55,84	54,68	50,54	46,70

<sup>1</sup> obtido através do ensaio de digestibilidade.

O fornecimento de alimentos foi à vontade, duas vezes ao dia às 7:00 e 15:00 horas, na forma de mistura completa, com registros diários das quantidades fornecidas;

sendo oferecidos 50% pela manhã e 50% à tarde. Para garantir o consumo voluntário e manter os níveis dos diferentes ingredientes nos respectivos tratamentos, foram realizados ajustes diários da quantidade de alimento oferecido, a fim de permitir sobras em torno de 10% da matéria seca fornecida, que foi recolhida e registrada, diariamente, antes do fornecimento da ração da manhã seguinte. A água esteve permanentemente à disposição dos animais.

A maniçoba utilizada foi colhida de uma única propriedade, diretamente da caatinga, em estágio inicial de frutificação. Para a confecção do feno não foi utilizado o caule principal, os ramos eram de até 1 cm de diâmetro, sendo produzido pela (IPA) de Sertânia – PE, acondicionados em sacos de polietileno e transportados para a Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) de Arcoverde – PE.

A cultivar de sorgo forrageiro utilizada foi o IPA 467-4-2. As silagens foram confeccionadas na Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) em Arcoverde. A colheita e ensilagem do material foram realizadas quando o grão atingiu o estágio farináceo de maturação. A planta de sorgo foi passada em máquina forrageira e picada em tamanho de aproximadamente 3 cm. As silagens foram acondicionadas em silos trincheira.

O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino 4x4 (4 períodos, 4 rações e 4 animais) em esquema fatorial (2 volumosos e 2 proporções de concentrado). Foram utilizados dois quadrados simultâneos. Cada período experimental teve duração de 21 dias, 14 dias de adaptação dos animais às dietas, e 7 para coleta de dados e amostras, perfazendo quatro períodos experimentais, totalizando 84 dias; precedido por um período pré-experimental de 14 dias, para adaptação dos animais ao manejo e as instalações.

As vacas foram ordenhadas manualmente, duas vezes ao dia, às 5:00 e 13:00 horas e suas produções foram registradas individualmente. Foram coletadas amostras do leite no 21º dia de cada período experimental, nas ordenhas da manhã e tarde, sendo feitas amostras compostas por animal, proporcionais (2% da produção) às produções da manhã e tarde. Dessa amostra foi retirada uma alíquota de 50 mL, aproximadamente, que foram acondicionadas em recipientes contendo como conservante bromopol, em seguida enviada ao Laboratório PROGENE (Programa de Gerenciamento de Rebanhos Leiteiros do Nordeste) do Departamento de Zootecnia da UFRPE para determinação dos teores de gordura, proteína e sólidos totais. Também foi retirada uma alíquota de 10 mL de leite que foi misturada com 5 mL de ácido tricloroacético a 25 %, filtrada em papel de filtro e armazenada à -20 °C para análises de uréia e alantoína.

O cálculo da produção de leite (PL), corrigido para 4,0% de gordura (G), foi realizado por meio da seguinte equação, citada pelo NRC (2001) :  $PLC_{4\%} = 0,4 \times PL + 15 \times (\%G/100 \times PL)$ .

Foram coletadas amostras *spot*. (coleta única) de urina no 19º dia do período experimental, aproximadamente, quatro horas após o fornecimento do alimento, durante micção espontânea. Uma amostra de 10 mL de urina foi diluída em 40 mL de ácido sulfúrico de normalidade 0,036, com pH ajustado para ficar inferior a 3, utilizando-se H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado, para evitar destruição bacteriana dos derivados de purinas e precipitação de ácido úrico, sendo posteriormente armazenada à -20 °C, para análise de creatinina, ureia, alantoína e ácido úrico.

Na mesma ocasião, após coleta de urina, foram coletadas amostras de sangue de cada animal, por punção da veia jugular, utilizando-se tubos vacutainer® de 10mL, com anticoagulante. Após a coleta os tubos foram, imediatamente, centrifugadas a 5.000 rpm

durante 15 minutos. O plasma resultante foi acondicionado em tubos eppendorf® e armazenado à -20°C para análise de uréia.

As fezes foram coletadas diretamente na ampola retal, do 17° ao 21° dia do período de coleta, uma vez ao dia, nos horários de 7:00; 9:00; 11:00; 13:00 e 15:00 horas. Durante o período de coleta foram recolhidas, diariamente, amostras dos alimentos ofertados e das sobras, por animal, sendo pré-secas em estufa ventilada a 55°C durante 72 horas. Após o período de coleta foram feitas amostras compostas das sobras e das fezes, as quais foram pré-secas em estufa ventilada a 55 °C, durante 72 horas e acondicionadas em recipientes, devidamente identificados, para posteriormente serem moídas em moinho com peneira de malha de 2 mm (alimentos, sobras e fezes), para análise de fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) e de 1mm (alimentos, sobras e fezes), para realização das análises laboratoriais.

As análises foram efetuadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFRPE, seguindo a metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002), para análise de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM). Para determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e da fibra em detergente ácido (FDA), 0,5 g de amostra foi acondicionada em sacos de TNT (tecido-não-tecido) previamente secos e pesados e submetidos à fervura com solução de detergente neutro ou detergente ácido por 1 hora (Van Soest & Robertson, 1985), lavados com água quente e acetona, secos e pesados, de modo que o resíduo foi considerado FDN e FDA.

Para estimativa dos carboidratos totais (CHT) e carboidratos não-fibrosos (CNF) foram utilizadas as equações proposta por Sniffen et al. (1992) e Hall et al. (1999), respectivamente:

$$\text{CHT} = 100 - (\text{PB}\% + \text{EE}\% + \text{CINZAS}\%)$$

$$\text{CNF} = 100 - (\text{FDN}\% + \text{PB}\% + \text{EE}\% + \text{CINZAS}\%)$$

O consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT), em kg, e os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT), foram estimados segundo Weiss (1999), pelas seguintes equações:

$$\text{CNDT (kg)} = (\text{PB ingerida} - \text{PB fecal}) + 2,25 (\text{EE ingerido} - \text{EE fecal}) + (\text{CNF ingerido} - \text{CNF fecal}) + (\text{FDN ingerido} - \text{FDN fecal})$$

$$\text{NDT (\%)} = (\text{Consumo de NDT} / \text{Consumo de MS}) * 100$$

A estimativa da produção de matéria seca fecal (PMSF) foi obtida utilizando-se a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) como indicador interno. As amostras de fezes, alimentos e sobras foram acondicionadas em sacos de TNT e incubadas no rúmen de um bubalino por 264 horas (Casali et al., 2008). O material remanescente da incubação foi lavado e submetido à extração com detergente ácido, cujo resíduo foi considerado FDAi. Para o cálculo da PMSF foi utilizada a seguinte equação:  $\text{PMSF (kg)} = [\text{Consumo do indicador (kg)} / \text{Concentração do indicador nas fezes (\%)}]$ .

As estimativas dos coeficientes de digestibilidade aparente (CD) foram efetuadas coletando-se amostras de fezes dos animais, bem como coletando-se amostras dos alimentos fornecidos e das sobras. Para o cálculo foi utilizada a seguinte equação:  $\text{CD (\%)} = [(\text{Consumo de nutrientes (kg)} - \text{Nutrientes nas fezes (kg)}) / \text{Consumo de nutrientes (kg)}] * 100$ .

Para análise de ureia no plasma, na urina e no leite desproteinado e creatinina na urina, bem como a análise do ácido úrico na urina, foram utilizados kits comerciais (Doles<sup>®</sup>), seguindo as orientações dos fabricantes.

As análises de alantoína na urina e no leite desproteinado foram feitas pelo método colorimétrico, proposto por Fugihara et al. (1987), descrito por Chen & Gomes (1992).

O volume urinário foi estimado para cada animal, multiplicando-se o respectivo peso vivo (PV) pela excreção diária de creatinina (mg/kg de PV) e dividindo-se esse produto pela concentração de creatinina (mg/L) na urina *spot*. Foi adotado a média de 24 mg/kg de PV, segundo Chizzotti et al. (2008) para obtenção do valor de excreção diária de creatinina por kg de PV.

A excreção total de derivados de purinas (DP) foi calculada pela soma das quantidades de alantoína excretada na urina e no leite, e excreção de ácido úrico na urina, expressos em mmol/dia.

As purinas absorvidas – PA - (X, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de DP (Y, mmol/dia) por intermédio da equação  $X = [Y - (0,385 * PV^{0,75})]/0,85$ , em que 0,85 é a recuperação de purinas absorvidas como DP e  $0,385 PV^{0,75}$  a contribuição endógena para a excreção de purinas (Verbic et al., 1990).

A síntese ruminal de nitrogênio (Y, gN/dia) foi calculada em função das PA (X, mmol/dia), utilizando-se uma modificação da equação descrita por Chen & Gomes (1992), substituindo-se a relação Npurina:Ntotal nas bactérias de 0,116 por 0,134, conforme Valadares et al. (1999).  $Y = [70X / (0,83 * 0,134 * 1000)]$ , em que 70 é o nitrogênio de purinas (mgN/mol); 0,134, a relação N purina:N total das bactérias e 0,83, a digestibilidade das purinas microbianas.

A eficiência da síntese de nitrogênio microbiano (ESNmic) foi calculada pela quantidade de nitrogênio microbiano sintetizado pelo consumo de matéria orgânica aparentemente digerida no rúmen (CMODR).  $ESNmic (g/kg) = [SNmic (g) / CMODR (kg)]$ , em que  $CMODR = (CMO * DAMO * 0,65)$  (ARC,1980); CMO= consumo de matéria orgânica e DAMO= digestibilidade aparente da matéria orgânica. A estimativa da proteína bruta microbiana (EPBmic) foi obtida multiplicando a SNmic x 6,25, e a

eficiência da síntese de proteína microbiana pela fórmula:  $ESP_{Bmic} \text{ (g/kg)} = [SP_{Bmic} \text{ (g)} / CNDT \text{ (kg)}]$ , onde CNDT = consumo de nutrientes digestíveis totais.

As observações referentes ao comportamento animal foram realizadas, em cada período, as 18 horas do 15º dia do período de coleta até às 18 horas do dia seguinte (16º dia), de forma visual, pelo método de varredura instantânea, proposta por Martin & Bateson (1986), a intervalos de dez minutos, em 24 horas (Johnson & Combs, 1991).

As variáveis comportamentais observadas e registradas foram: ócio, ruminação e alimentação. Durante todo o período experimental, os animais foram mantidos com iluminação artificial, para adaptação, devido às observações que eram realizadas à noite.

Também foram avaliadas as seguintes relações:

$EAL_{MS} = CMS/TA$  (kg MS/h) – Eficiência de alimentação em função do consumo de MS;

$EAL_{FDN} = CFDN/TA$  (kg FDN/h) – Eficiência de alimentação em função do consumo de FDN;

$ERU_{MS} = CMS/TRU$  (kg MS/h) – Eficiência de ruminação em função do consumo de MS;

$ERU_{FDN} = CFDN/TRU$  (kg FDN/h) – Eficiência de ruminação em função do consumo de FDN;

Onde:

TA (h/dia) – Tempo de alimentação;

TRU (h/dia) – Tempo de ruminação;

CMS (kg/dia) – Consumo de MS e

CFDN (kg/dia) – Consumo de FDN.

Os resultados foram interpretados estatisticamente por meio de análises de variância utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (UFV, 2007). O teste de F foi utilizado para comparação entre médias. Foi utilizado seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijklm} = m + V_i + C_j + VC_{ij} + Q_k + P_{rk} + A_{sr} + VQ_{ik} + CQ_{jk} + VCQ_{ijk} + e_{ijklm}$$

Onde,

$Y_{ijklm}$  é a observação,

$m$  é a média do experimento,

$V_i$  efeito do  $i$ -ésimo volumoso,

$C_j$  efeito da  $j$ -ésima concentração,

$VC_{ij}$  efeito da interação entre o  $i$ -ésimo volumoso e a  $j$ -ésima concentração,

$Q_k$  efeito do  $k$ -ésimo quadrado latino,

$P_{rk}$  efeito do  $r$ -ésimo período dentro do  $k$ -ésimo quadrado latino,

$A_{sk}$  efeito do  $s$ -ésimo animal dentro do  $k$ -ésimo quadrado latino,

$VQ_{ik}$  efeito da interação entre o  $i$ -ésimo volumoso e o  $k$ -ésimo quadrado latino,

$CQ_{jk}$  efeito da interação entre a  $j$ -ésima concentração e o  $k$ -ésimo quadrado latino,

$VCQ_{ijk}$  efeito da interação entre o  $i$ -ésimo volumoso, a  $j$ -ésima concentração e o  $k$ -ésimo quadrado latino,

$e_{ijklm}$  erro experimental.

$i=1,2;$

$j=1,2;$

$k=1,2;$

$r=s=1,2,3,4.$

## **Resultados e Discussão**

Não houve interação entre as fontes de volumoso e proporções de concentrado sobre o consumo de nutrientes (Tabela 3), assim os fatores foram analisados e discutidos de maneira separada.

O consumo de matéria seca, matéria orgânica e extrato etéreo não diferiram significativamente ( $P>0,05$ ) entre volumosos, nem entre as proporções de concentrado (Tabela 3). Este comportamento pode ser devido à vários fatores entre eles a composição química das dietas experimentais que foi semelhante (Tabela 2). A maniçoba pode ser considerada como uma forrageira de alta palatabilidade, por ser bastante procurada por ruminantes que sempre a consomem com avidez (Salviano & Soares, 2003). A silagem de sorgo também é bem aceita por vacas em lactação (Silva et al., 2007). A palma também apresenta alta palatabilidade (Ben Salem, 2002; Nefzaoui & Ben Salem, 2001) e foi incluída em alta proporção na dieta (51,5%) e fornecida na forma de mistura completa o que diminui a seletividade dos animais (Vilela et al., 2010).

O consumo médio de matéria seca de 13,24 kg/dia ficou próximo ao estimado pelo NRC (2001), que foi de 12,88 kg/dia, para vacas com 463 kg de peso vivo produzindo 9,65 kg/dia de leite com 4 % de gordura.

Para o consumo de proteína foi observado diferença significativa ( $P=0,02$ ) para os volumosos e não variou ( $P>0,05$ ) com as proporções de concentrado na dieta. Os animais que consumiram silagem de sorgo ingeriram maiores quantidades de proteína bruta, comparado ao feno de maniçoba. Apesar de não ter havido diferença no consumo de matéria seca, esse fato pode ter ocorrido, devido ao maior consumo, em valores absolutos, de matéria seca, pelos animais que consumiram a silagem de sorgo em

comparação ao feno de maniçoba. As médias ficaram próximas aos valores estimados pelo NRC (2001) de 1,50 kg/dia para vacas com peso vivo de 463 kg, produção de 9,65 kg/dia e 4 % de gordura.

Tabela 3. Consumo de nutrientes das dietas experimentais

Item	Volumoso <sup>1</sup>		Concentrado (%)		EPM <sup>2</sup>	P <sup>3</sup>		
	SS	FM	15	10		V	C	VxC
Matéria seca								
kg/dia	13,87a	12,61a	13,49A	12,98a	0,59	NS	NS	NS
% Peso vivo	3,03a	2,75a	2,90A	2,87a	0,13	NS	NS	NS
PV <sup>0,75</sup>	139,79a	127,04a	134,66A	132,17a	5,84	NS	NS	NS
Matéria orgânica (kg/dia)								
Proteína bruta (kg/dia)	1,71a	1,50b	1,60A	1,61a	0,05	0,0200	NS	NS
Extrato etéreo (kg/dia)	0,26a	0,25a	0,26A	0,25a	0,01	NS	NS	NS
Fibra em detergente neutro								
kg/dia	5,23a	4,10b	4,65A	4,69a	0,21	0,0003	NS	NS
% Peso vivo	1,14a	0,89b	1,00A	1,03a	0,04	0,0002	NS	NS
Nutrientes digestíveis totais <sup>4</sup>								
(kg/dia)	7,58a	6,17b	7,19A	6,56a	0,33	0,0100	NS	NS

<sup>1</sup>-SS = silagem de sorgo; FM = feno de maniçoba; <sup>2</sup>-EPM = Erro padrão da média; <sup>3</sup>-P = probabilidade de haver efeitos entre os volumosos (V) e concentrados (C) e a interação (VxC); Médias seguidas de letras minúsculas para volumoso e maiúscula para concentrado, distintas na mesma linha diferem pelo teste de F; <sup>4</sup>- Obtido através do ensaio de digestibilidade.

Apesar do menor consumo de proteína pelos animais alimentados com feno de maniçoba, o teor de proteína (9,52 %) apresentado pelo mesmo, é razoável se comparado às forrageiras tropicais. Van Soest (1994) afirma que, níveis de proteína bruta em torno de 8% estão na média dos valores recomendados pela literatura para ruminantes, além de que, em se tratando de uma forrageira nativa que não recebeu nenhum tratamento em relação à fertilização do solo, estes valores são expressivos. Valores mais altos de proteína bruta foram verificados por Santos (2009) e Ferreira et al. (2009) de 18,73 e 19,14%, respectivamente.

As variações referentes ao teor de proteína bruta podem ser explicadas pela diferença dos estados fenológicos na confecção dos fenos (Mendonça Júnior et al., 2008). Podendo variar de acordo com o tipo de colheita, se for feita colheita de folhas e hastes finas para rápida recuperação da forrageira ou, se a colheita for feita da planta quase toda, sem o caule principal. Depende também da fase de desenvolvimento da forrageira, se a colheita for realizada antes ou no início da frutificação, os teores de proteína e dos constituintes da parede celular irão variar.

O menor valor encontrado para a proteína bruta do feno de maniçoba no presente trabalho, possivelmente, foi devido à idade em que o material se apresentava na caatinga, quando foi colhido, em fase de frutificação, quando geralmente ocorre declínio na qualidade da forrageira e, principalmente, devido a colheita ser feita da planta quase toda, sem o caule principal.

O consumo de fibra em detergente neutro pelos animais diferiu ( $P=0,0003$ ) em função dos volumosos estudados. A concentração de fibra em detergente neutro das dietas (Tabela 2) foi maior para os tratamentos com silagem de sorgo, o que pode explicar esse comportamento.

O consumo de fibra em detergente neutro em % de peso vivo variou de 0,89 a 1,14% PV para os volumosos, feno de maniçoba e silagem de sorgo, ficando abaixo dos limites estabelecidos por Mertens (1992) de 1,2% como limite do consumo de matéria seca.

Houve maior ingestão de nutrientes digestíveis totais ( $P=0,01$ ) pelos animais que receberam a silagem de sorgo (7,58 kg/dia), em relação ao feno de maniçoba (6,17 kg/dia). Esse comportamento pode ser explicado pela composição química dos volumosos (Tabela 1), em que o feno de maniçoba apresenta maior teor de lignina e de proteína insolúvel em detergente ácido comparado a silagem de sorgo. A digestibilidade

dos nutrientes foi inferior quando utilizado o feno de maniçoba na dieta, comparada a silagem de sorgo, o que influenciou na ingestão de nutrientes digestíveis totais, além disso, o consumo de matéria seca, em valores absolutos, foi inferior quando utilizado como volumoso o feno de maniçoba.

Segundo o NRC (2001) as exigências de nutrientes digestíveis totais para vacas com 463kg, produção de 9,65kg/dia e 4% de gordura são de 6,60 kg/dia. Quando foi incluída silagem de sorgo na dieta dos animais as exigências por nutrientes digestíveis totais foram atendidas, porém quando o volumoso utilizado foi o feno de maniçoba, houve um pequeno déficit no consumo. As exigências de nutrientes digestíveis totais foram atendidas quando os animais consumiram as diferentes proporções de concentrado.

A lignina interfere de forma negativa, principalmente na digestibilidade da fibra em detergente neutro (Tabela 4) e, conseqüentemente, na digestibilidade dos outros nutrientes, sendo o principal fator limitante da digestibilidade da forragem (Berchielli et al., 2006) e a proteína insolúvel em detergente ácido é indisponível para o animal. O consumo de nutrientes digestíveis totais não apresentou diferença ( $P>0,05$ ) entre as proporções de concentrado, sendo justificado pela menor diferença nas concentrações dos mesmos nas dietas e por não ter havido diferença no consumo de matéria seca (Tabela 2).

Wanderley (2008), trabalhando com altos níveis de palma (58%) em associação a silagens de sorgo e girassol e com fenos de guandu, elefante e leucena, também não observou diferença no consumo de matéria seca. O autor atribuiu esse resultado ao equilíbrio na composição da dieta, além da dieta ter sido oferecida na forma de mistura completa, da mesma forma que no presente trabalho.

Não houve interação entre as fontes de volumosos e as proporções de concentrado sobre a digestibilidade dos nutrientes (Tabela 4).

Tabela 4. Coeficiente de digestibilidade aparente dos nutrientes

Item (%)	Volumoso <sup>1</sup>		Concentrado (%)		EPM <sup>2</sup>	P <sup>3</sup>		
	SS	FM	15	10		V	C	VxC
Matéria seca	58,47a	51,70b	56,68A	53,49A	1,25	0,010	NS	NS
Matéria orgânica	60,96a	53,91b	58,75A	56,13A	1,25	0,010	NS	NS
Proteína bruta	68,55a	62,30b	64,71A	66,14A	1,73	0,006	NS	NS
Fibra em detergente neutro	42,20a	20,74b	32,28A	30,67A	2,32	0,001	NS	NS
Nutrientes digestíveis totais	55,26a	48,62b	53,19A	50,69A	2,06	0,007	NS	NS

<sup>1</sup>-SS = silagem de sorgo; FM = feno de maniçoba; <sup>2</sup>-EPM = Erro padrão da média; <sup>3</sup>-P = probabilidade de haver efeitos entre os volumosos (V) e concentrados (C) e a interação (VxC); Médias seguidas de letras minúsculas para o volumoso e maiúsculas para o concentrado, distintas na mesma linha diferem pelo teste de F.

O coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (P=0,01), matéria orgânica (P=0,010), fibra em detergente neutro (P=0,001) e nutrientes digestíveis totais (P=0,007) diferiram entre as fontes de volumosos. A silagem de sorgo proporcionou maior digestibilidade da matéria seca quando comparada ao feno de maniçoba. Essa diferença pode ser justificada, em parte, pelos maiores níveis de lignina e fibra em detergente ácido, componentes que estão mais relacionados com a digestibilidade, presentes no feno de maniçoba (Tabelas 1).

A lignina é um constituinte da célula vegetal de baixa ou nula digestibilidade, tendo influência sobre a digestibilidade da matéria seca e fibra em detergente neutro, sendo o principal fator limitante da digestibilidade em forragens (Berchielli et al., 2006) e sua proporção aumenta à medida que a planta amadurece, diminuindo a porção mais digestível e conseqüentemente a disponibilidade de energia para o animal.

A relação FDA:FDN para a silagem de sorgo foi de 54%, para o feno de maniçoba foi de 66%, justificando também a menor digestibilidade da fibra em detergente neutro.

O que também reforça esse comportamento é a qualidade do feno de maniçoba que, no momento da colheita estava em início de frutificação, o que contribui para a perda de nutrientes da planta e aumento do fluxo dos nutrientes para o fruto.

O coeficiente de digestibilidade da proteína bruta foi diferente entre os volumosos ( $P=0,006$ ) e não variou ( $P>0,05$ ) entre as proporções de concentrado. Quando a fonte de volumoso utilizada foi silagem de sorgo, o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína foi maior, possivelmente, devido à fonte de proteína bruta no tratamento com silagem de sorgo ser advinda em maior proporção do farelo de soja que é mais digestível (Tabela 2). Além disso, o teor de proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) do feno de maniçoba foi superior ao da silagem de sorgo (Tabela 1), ou seja, maior quantidade de proteína indisponível para o animal.

A produção de leite (kg/dia), leite corrigido para 4 % de gordura (kg/dia), gordura (kg/dia), proteína (kg/dia) e os teores de gordura (%), proteína (%) e sólidos totais (%), não foram influenciados pelos volumosos e nem pelos níveis de concentrado (Tabela 5).

As médias obtidas para a produção de leite, leite corrigido para gordura, teor de gordura e teor de proteína foram de 9,10 kg/dia; 9,65 kg/dia; 4,39 % e 3,29%, respectivamente, tanto para os volumosos, como para as proporções de concentrado. Como visto anteriormente, o consumo de matéria seca e proteína bruta atenderam as exigências dos animais, porém houve um déficit no consumo de nutrientes digestíveis totais quando utilizado como volumoso o feno de maniçoba. No entanto, não foi suficiente para alterar a produção de leite. Vale salientar que as rações utilizadas no presente experimento, assim como, os animais e o ambiente diferem dos que foram utilizados pelo NRC (2001) para gerar os dados de exigência.

Tabela 5. Produção e composição do leite

Itens	Volumoso <sup>1</sup>		Concentrado (%)		EPM <sup>2</sup>	P <sup>3</sup>		
	SS	FM	15	10		V	C	VxC
Produção de leite (kg/dia)	9,27a	8,92a	9,35A	8,84A	0,31	NS	NS	NS
Corrigido 4% de gordura (kg/dia)	9,88a	9,42a	9,92A	9,38A	0,36	NS	NS	NS
Produção de gordura (kg/dia)	0,41a	0,39a	0,41A	0,39A	0,02	NS	NS	NS
Teor de Gordura (%)	4,43a	4,35a	4,40A	4,38A	0,08	NS	NS	NS
Produção de Proteína (kg/dia)	0,31a	0,29a	0,31A	0,29A	0,01	NS	NS	NS
Teor de Proteína (%)	3,31a	3,29a	3,35A	3,24A	0,05	NS	NS	NS
Teor de Sólidos Totais (%)	13,07a	12,94a	13,10A	12,91A	0,10	NS	NS	NS

<sup>1</sup>-SS = silagem de sorgo; FM = feno de maniçoba; <sup>2</sup>-EPM = Erro padrão da média; <sup>3</sup>-P = probabilidade de haver efeitos entre os volumosos (V) e concentrados (C) e a interação (VxC); Médias seguidas de letras minúsculas para volumoso e maiúsculas para concentrado distintas na mesma linha diferem pelo teste de F.

Em consequência da ausência de diferença na produção de leite e nos teores de proteína e gordura no leite, as produções de gordura e de proteína não foram alteradas ( $P>0,05$ ), tanto entre os volumosos estudados como entre as proporções de concentrado, com médias de 0,4 e 0,3 kg/dia, respectivamente.

O teor de gordura do leite depende principalmente do teor de fibra da dieta (Oliveira & Fonseca, 1999). Segundo o NRC (2001), na dieta de vacas em lactação algumas relações entre fibra em detergente neutro e carboidratos não fibrosos (CNF) devem ser respeitadas, no intuito de manter um bom funcionamento da função ruminal, evitando-se que ocorra depressão no teor de gordura do leite. O NRC (2001) propõe que o teor mínimo de fibra em detergente neutro seja de 25 % na base da matéria seca total e, que 19 % seja advinda de uma forragem, além disso, a concentração de carboidratos não fibrosos na dieta deve ser de, no máximo, 44%. No presente trabalho, podemos verificar que essa relação foi respeitada, onde a concentração de fibra em detergente neutro e de carboidratos não fibrosos das dietas foi de 36,73 a 41,06% e 34,82 a 39,37%, respectivamente.

Geralmente os produtores de leite utilizam a relação de 1 kg de concentrado para cada 3 kg de leite produzidos. Nesta pesquisa, se a relação acima fosse seguida estaria sendo utilizado o dobro do concentrado necessário aos animais, na proporção 10% de concentrado. Foi verificado que quando se utilizou a proporção de 15% de concentrado a relação kg concentrado/kg de leite foi de 4,2; porém quando se utilizou 10% essa relação subiu para 6,2. A qualidade e a quantidade do volumoso utilizado na dieta animal é quem vai determinar a proporção e composição do concentrado na dieta.

Considerando que a maniçoba apresenta cerca de, 9,52% (do presente trabalho), 10,56% (Araújo et al., 2009) a 17,58% de PB (Mendonça Júnior et al., 2008), menores quantidades de concentrado podem ser utilizados na alimentação de vacas em lactação, numa tentativa de manter a produção de leite e reduzir os custos com a alimentação, principalmente, com concentrado protéico que é um dos ingredientes mais caros. Como pode ser visto no presente trabalho, quando foi utilizada a proporção de 10 % de concentrado a produção de leite foi mantida.

O volume urinário não diferiu ( $P>0,05$ ) entre os volumosos, nem entre as proporções de concentrado, sendo estimado pelo indicador metabólico creatinina, apresentando média geral de 23,25 l/dia (Tabela 6). Wanderley (2008), trabalhando com vacas leiteiras encontraram valores de 26,34 l/dia, respectivamente, para excreção urinária, acima da média encontrada no presente estudo.

Não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) na concentração de creatinina na urina entre os volumosos e as proporções de concentrado avaliadas, verificando-se média geral de 50 mg/dL. Pesquisas têm mostrado que a excreção de creatinina é uma função constante do peso vivo e que não é influenciada por características da dieta, por isso, tem sido utilizada para estimar a produção de urina nos animais (Valadares et al., 1997; Chizzotti et al., 2008).

Tabela 6. Volume urinário, excreção de creatinina e derivados de purina, produção de nitrogênio e proteína microbiana e eficiência de síntese de nitrogênio e proteína microbiana

Itens	Volumoso <sup>1</sup>		Concentrado (%)		EPM <sup>2</sup>	P <sup>3</sup>		
	SS	FM	15	10		V	C	VxC
Volume urinário (L/dia)	24,45a	22,06a	22,64A	23,88A	0,91	NS	NS	NS
Excreção urinária								
Creatinina (mg/dL)	47,73a	52,27a	51,16A	48,84A	2,25	NS	NS	NS
Ácido úrico (mmol)	18,92a	18,59a	20,56A	16,95A	1,32	NS	NS	NS
Alantoína								
Urina (mmol)	156,45a	142,11a	150,22A	148,35A	6,16	NS	NS	NS
Leite (mmol)	4,82a	4,31a	4,67A	4,45A	0,23	NS	NS	NS
Total (mmol)	161,27a	146,42a	154,89A	152,80A	6,23	NS	NS	NS
Purinas Totais (mmol)	180,19a	165,01a	175,45A	169,74A	6,67	NS	NS	NS
Purinas absorvidas (mmol)	191,62a	178,52a	187,65A	182,48A	5,72	NS	NS	NS
Síntese (g)								
Nitrogênio microbiano	120,60a	112,36a	118,10A	114,85A	3,60	NS	NS	NS
Proteína microbiana	753,75a	702,22a	738,14A	717,83A	22,50	NS	NS	NS
Eficiência de síntese								
Nitrogênio microbiano								
(g/kgCMODR)	25,59b	30,27a	26,98A	28,88A	1,00	0,008	NS	NS
Proteína microbiana								
(g/kgNDT)	99,46b	113,89a	102,68A	109,49A	3,90	0,008	NS	NS

<sup>1</sup>-SS = silagem de sorgo; FM = feno de maniçoba; <sup>2</sup>-EPM = Erro padrão da média; <sup>3</sup>-P = probabilidade de haver efeitos entre os volumosos (V) e concentrados (C) e a interação (VxC); Médias seguidas de letras minúsculas para volumoso e maiúsculas para concentrado distintas na mesma linha diferem pelo teste de F.

As excreções de ácido úrico, alantoína na urina e alantoína no leite não foram influenciados ( $P > 0,05$ ) pelos volumosos, nem pelas proporções de concentrado, apresentando valores médios de 18,75; 149,28 e 4,56 mmol/dia, respectivamente, correspondendo a 10,86; 86,49 e 2,64 % da excreção total dos derivados de purina, respectivamente. As proporções encontradas ficaram próximas aos valores mencionados por Chen & Gomes (1992) para ácido úrico e alantoína na urina de bovinos, de 15 a 20 % e de 80 a 85 %, respectivamente, em relação à excreção total dos derivados de purina.

Segundo Johnson et al. (1998) a amplitude na excreção de ácido úrico e alantoína na urina é dependente do estágio fisiológico do animal e das dietas fornecidas aos animais.

A alantoína total, representada pelo somatório da alantoína na urina e no leite, apresentou média de 153,84 mmol/dia que corresponde a 89,13 % da excreção total dos derivados de purina. Pode-se observar que a excreção de alantoína pode ser uma boa variável para representar a excreção de derivados de purina e assim, estimar a produção de proteína microbiana. Wanderley (2008) encontrou proporções de 11,68; 86,28; 2,28 e 88,31 % de ácido úrico, alantoína na urina, no leite e total, respectivamente, em relação aos derivados de purinas, semelhantes aos observados neste trabalho.

A produção de leite parece ser o fator mais importante na concentração e quantidade da alantoína excretada no leite (Gonda & Lindberg, 1997). Mas outros fatores também podem influenciar a secreção de alantoína no leite como, a ingestão de matéria seca, ingestão de energia e fluxo de nitrogênio microbiano no duodeno (Timmermans Junior et al., 2000). Como não houve diferença na produção de leite e no consumo de matéria seca entre os volumosos e as proporções de concentrado o que, provavelmente, pode ter contribuído para ausência de efeito na excreção de alantoína no leite.

Quanto à excreção total de derivados de purinas, purinas absorvidas, síntese de nitrogênio e proteína microbiana não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre os volumosos, nem entre as proporções de concentrado com médias de, 172,60; 185,07 mmol/dia; 116,48 e 723,48 g/dia, respectivamente. Como não houve efeito na excreção total de derivados de purinas, conseqüentemente as outras variáveis estudadas também não alteraram, já que são estimadas a partir da excreção total de derivados de purinas. Possivelmente, as dietas oferecidas aos animais atenderam em quantidade e sincronização de disponibilidade de proteína e energia, favorecendo o crescimento microbiano. De

acordo com Clark et al. (1992) e Jenkins (1993), estes seriam os principais fatores que limitariam a síntese de nitrogênio microbiano.

As eficiências de síntese de nitrogênio e proteína microbiana foram diferentes ( $P=0,008$ ) entre os volumosos, onde a silagem de sorgo apresentou menor eficiência (25,59 g/dia e 99,46 g/kgNDT, respectivamente), em comparação ao feno de maniçoba (30,27 g/dia e 113,89 g/kgNDT, respectivamente). O valor de eficiência de síntese de nitrogênio microbiano proposto pelo ARC (1990) foi de 32 g/kgCMODR. Para eficiência de síntese de proteína microbiana os limites mínimo e máximo foram de 83,13 e 119,87 gPBmic/kgNDT (Valadares Filho et al., 2006), para vacas de leite em condições brasileiras, dados compilados de vários experimentos. Herrera Saldana et al. (1990) observaram efeito positivo da sincronização de fontes de proteína degradável no rúmen (PDR) e amido na fermentação ruminal sobre a eficiência de síntese microbiana. Como o tratamento com feno de maniçoba foi incluído o milho na dieta, possivelmente tenha sido essa explicação para a maior eficiência quando utilizado o feno de maniçoba.

Houve interação entre as fontes de volumosos e as proporções de concentrado ( $P=0,008$ ) sobre a excreção de ureia na urina (Tabelas 7). Quando a fonte de volumoso utilizada foi silagem de sorgo, não houve diferença ( $P>0,05$ ) na excreção de uréia na urina na proporção de 15 % de concentrado (349,96 mg/kg de peso vivo), em comparação a proporção de 10 % de concentrado (270,05 mg/kg de peso vivo). Já para o feno de maniçoba houve diferença ( $P<0,05$ ) entre as proporções de concentrado, com menor excreção de uréia na urina no tratamento 15 % de concentrado (298,71 mg/kg de peso vivo), comparado ao 10 % de concentrado (402,90 mg/kg de peso vivo).

Quando a proporção de concentrado utilizada foi de 15 % na dieta, não houve diferença ( $P>0,05$ ) na excreção de urina nos animais que consumiram silagem de sorgo (335,96 mg/kg de peso vivo) e feno de maniçoba (298,71 mg/kg de peso vivo). No

entanto, quando utilizada a proporção 10 % de concentrado na dieta, a excreção de uréia na urina dos animais que consumiram silagem de sorgo foi menor (259,25 mg/kg de peso vivo), em comparação aos que consumiram feno de maniçoba (402,90 mg/kg de peso vivo).

Tabela 7. Excreção de ureia na urina (mg/kgPV)

Volumoso	15% de concentrado	10 % de concentrado
Silagem de sorgo	335,96aA	259,25aB
Feno de maniçoba	298,71bA	402,90aA

Médias seguidas de letras minúsculas para volumoso distintas na mesma linha e maiúsculas para concentrado na coluna diferem pelo teste de F.

A maior excreção no tratamento com feno de maniçoba e 10 % de concentrado pode ser explicada pela maior inclusão de ureia, que é altamente solúvel e pela menor concentração de energia na dieta (Tabela 2), assim como, menor consumo de energia (Tabela 3) e maior concentração de uréia no plasma. Demonstrando que o maior consumo de nitrogênio não protéico pode ter resultado em maior concentração de amônia no rúmen e, conseqüentemente, a concentração de nitrogênio uréico no plasma (Tabela 8) e a excreção urinária de ureia aumentaram, devido ao menor aporte de energia disponível na dieta com feno de maniçoba e 10% de concentrado, o que pode ter causado uma ausência de sincronia na disponibilidade de energia e proteína.

A concentração de ureia no plasma (Tabela 8) é diretamente relacionada à eficiência de utilização do nitrogênio disponível aos microrganismos. Esta eficiência depende da sincronização da disponibilidade de proteína e energia para que as bactérias capturem a maior parte da amônia liberada no rúmen. Contudo, quando em algumas situações a taxa de liberação excede a taxa de captação, verifica-se aumento de uréia e N-ureia no plasma (NRC, 2001).

Tabela 8. Excreção de uréia e nitrogênio uréico

Itens	Volumoso <sup>1</sup>		Concentrado(%)		EPM <sup>2</sup>	P <sup>3</sup>		
	SS	FM	15	10		V	C	VxC
Excreção de ureia								
Leite (mg/dl)	40,99a	35,66a	41,25A	35,40A	1,97	NS	NS	NS
Nitrogênio ureico								
Leite (mg/dl)	19,14a	16,65a	19,26A	16,53A	0,92	NS	NS	NS
Plasma (mg/dl)	16,29a	15,48a	14,67B	17,11A	0,87	NS	0,001	NS
Concentração de ureia								
no plasma (mg/dl)	34,89a	33,15a	31,41B	36,63A	1,85	NS	0,001	NS

<sup>1</sup>-SS = silagem de sorgo; FM = feno de maniçoba; <sup>2</sup>-EPM = Erro padrão da média; <sup>3</sup>- P = probabilidade de haver efeitos entre os volumosos (V) e concentrados (C) e a interação (VxC); Médias seguidas de letras minúsculas para volumoso e maiúsculas para concentrado distintas na mesma linha diferem pelo teste de F.

As concentrações de ureia e nitrogênio ureico no leite não diferiram ( $P > 0,05$ ) entre os volumosos e as proporções de concentrado, com médias de 38,32 e 17,89 mg/dL, respectivamente. Soares et al. (2005) indicam que a concentração de ureia no plasma é positivamente relacionada com a ingestão de nitrogênio, equilibrando-se rapidamente com os compartimentos líquidos do organismo e no leite, favorecendo dessa forma a proximidade desses valores em suas concentrações.

A proximidade dos valores entre nitrogênio ureico no plasma e no leite pode ser confirmada nesse experimento, onde as médias encontradas foram de 15,89 e 17,89 mg/dL, respectivamente, corroborando com os relatos da literatura, sobre similaridade dessas concentrações. Wanderley (2008) encontrou valores de nitrogênio uréico no plasma e no leite de 10,88 e 8,62 mg/dL, respectivamente, já Oliveira (2006) encontrou valores ainda mais próximos de 13,95 e 12,83 mg/dL, respectivamente, trabalhando com vacas leiteiras.

As concentrações de ureia e nitrogênio uréico no plasma foram influenciadas ( $P = 0,001$ ) pelas proporções de concentrado. O tratamento com maior proporção de concentrado (15 %) pode ter melhorado a eficiência de utilização da amônia no rúmen,

por apresentar menores concentrações de ureia e nitrogênio uréico no plasma. Segundo Butler et al. (1996), concentrações de nitrogênio uréico no plasma maiores que 19 mg/dL representariam o limite a partir do qual estaria ocorrendo perda de nitrogênio dietético em vacas leiteiras. Como pode ser visto na Tabela 7, as concentrações de nitrogênio uréico no plasma variaram de 14,67 a 17,11 mg/dL, valores estes inferiores ao limite crítico proposto pela literatura.

De acordo com Ferguson et al. (1993) e Garcia-Bajalil et al. (1998), dieta com excesso de proteína bruta, falta de carboidratos fermentáveis, ou ausência de sincronismo entre degradação de carboidratos e disponibilidade de energia promove grande concentração de uréia no sangue (acima dos limites críticos) e/ou excreção de uréia no leite e urina. No tratamento com menores proporções de concentrado (10 %) pode-se observar que houve maior concentração de ureia no plasma, no entanto, essa concentração não foi superior aos limites críticos e houve maior excreção de ureia na urina, provavelmente, devido à maior proporção de uréia da dieta (Tabela 2).

Não houve interação das fontes de volumosos e das proporções de concentrado sobre o comportamento ingestivo dos animais (Tabela 9).

Os tempos de alimentação, ruminação, ócio e mastigação total e as eficiências de alimentação e ruminação em função do consumo de matéria seca e eficiência de alimentação em função do consumo de fibra em detergente neutro, não foram diferentes ( $P > 0,05$ ) pelas fontes de volumosos, nem pelas proporções de concentrado.

Tabela 9. Comportamento ingestivo

Itens	Volumoso <sup>1</sup>		Concentrado (%)			P <sup>3</sup>		
	SS	FM	15	10	EPM <sup>2</sup>	V	C	VxC
Alimentação (min/dia)	335,63a	298,13a	313,75A	320,00A	16,09	NS	NS	NS
Ócio (min/dia)	646,25a	646,25a	655,63A	636,88A	23,82	NS	NS	NS
Ruminação (min/dia)	467,50a	503,75a	478,13A	493,13A	16,90	NS	NS	NS
Mastigação total (min/dia)	803,13a	801,88a	791,98A	813,13A	23,88	NS	NS	NS
Eficiências								
Alimentação/MS (kg/h)	2,73a	2,68a	2,86A	2,55A	0,16	NS	NS	NS
Alimentação/FDN(kg/h)	1,03a	0,87a	0,99A	0,91A	0,06	NS	NS	NS
Ruminação/MS (kg/h)	1,85a	1,55a	1,77A	1,62A	0,09	NS	NS	NS
Ruminação/FDN (kg/h)	0,70a	0,50b	0,61A	0,59A	0,03	0,001	NS	NS

<sup>1</sup>-SS = silagem de sorgo; FM = feno de maniçoba; <sup>2</sup>-EPM = Erro padrão da média; <sup>3</sup>-P = probabilidade de haver efeitos entre os volumosos (V) e concentrados (C) e a interação (VxC); Médias seguidas de letras minúsculas para volumoso e maiúsculas para concentrado distintas na mesma linha diferem pelo teste de F.

Segundo Fischer (1996), a necessidade de mastigação está relacionada com a quantidade consumida de material indigestível ou pouco digestível e com a resistência do material à redução do tamanho de partículas. Alimentos que apresentam alto teor em fibra em detergente neutro necessitam ser mastigados e ruminados, por um período mais longo (Oba & Allen, 2000). Por isso, apesar de não ter tido diferença significativa entre os volumosos em relação ao tempo de alimentação, em valores absolutos, de menor ingestão de alimentos no tratamento com feno de maniçoba (Tabela 9), assim como, menor consumo de matéria seca, em absolutos, para esse volumoso (Tabela 3).

O tempo em ruminação é influenciado pela natureza da dieta e parece ser proporcional ao teor e efetividade de fibra dos volumosos. Esse relato permite verificar que de acordo com a Tabela 2, as concentrações de fibra em detergente neutro se mostraram próximas entre os tratamentos, no entanto, as concentrações de fibra em detergente ácido foram maiores no tratamento com feno de maniçoba. O que permite observar que, apesar de não ter tido diferença significativa no tempo de ruminação entre os volumosos, em valores absolutos, de maior tempo de ruminação e menor tempo em

alimentação no tratamento com feno de maniçoba. Esse comportamento pode ser reforçado com alguns resultados como, menor consumo e menor digestibilidade da fibra em detergente neutro (Tabela 3 e 4).

Em dietas para bovinos de leite, grande parte da fibra em detergente neutro é proveniente de forragens que apresentam estrutura física, ou seja, tamanho de partícula adequada para estimular a mastigação e conseqüentemente a secreção salivar. Além disso, o tempo de mastigação total está relacionado com o consumo de matéria seca. Como não houve diferença significativa entre os tratamentos para consumo de matéria seca, justifica a semelhança no tempo de mastigação total entre os volumosos e as proporções de concentrado avaliadas.

O tempo em ócio foi semelhante entre os volumosos e as proporções de concentrado, como não foi observado efeito entre o tempo em alimentação e o tempo em ruminação, conseqüentemente o tempo em ócio não diferiu.

Provavelmente, as eficiências de alimentação e ruminação em função da matéria seca não diferiram, porque não houve diferença entre os tempos de alimentação, ruminação e consumo de matéria seca. Em relação à eficiência de alimentação em função da fibra em detergente neutro, não houve diferença no tempo em alimentação entre os tratamentos, porém houve diferença no consumo de fibra em detergente neutro, mas não foi suficiente para expressar diferenças entre os tratamentos. Já a eficiência de ruminação em função da fibra em detergente neutro foi diferente para os volumosos ( $P=0,001$ ), obtendo menor eficiência quando a fonte de volumoso utilizada foi o feno de maniçoba. Esse comportamento pode ser explicado pela maior concentração de fibra em detergente ácido na dieta com feno de maniçoba (Tabela 2), além do menor consumo e menor digestibilidade de fibra em detergente neutro (Tabelas 3 e 4).

Apesar de algumas pesquisas já estarem sendo realizadas, vale ressaltar a necessidade da produção racional da maniçoba possibilitando manejo adequado, corte do material em idade adequada, cultivo da forrageira para facilitar o manejo, possibilitando uma maior produção por área e alimento de melhor qualidade, para que o investimento na produção do alimento reflita positivamente na produção animal.

## **Conclusões**

Para vacas com produção de 9,1kg de leite/dia e recebendo 50 % de palma na dieta na base da matéria seca, sugere-se silagem de sorgo ou feno de maniçoba e 10% de concentrado.

## Referências

- ARAÚJO, M.J.; MEDEIROS, A.N.; CARVALHO, F.F.R. et al. Consumo e digestibilidade dos nutrientes em cabras moxotó recebendo dietas com diferentes níveis de feno de maniçoba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.6, p.1088-1095, 2009.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirement of ruminant livestock**. Farnham Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980. 159p.
- BEN SALEM, H.; NEFZAOU, A.; BEN SALEM, L. Supplementing spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. *inermis*) based diets with urea-treated straw or oldman saltbush (*Atriplex nummularia*). Effects on intake, digestion and sheep growth. **The Journal Agricultural Science**, v.138, n.1, p.85-92, 2002.
- BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006, 583p.
- BUTLER, W.R.; CALAMAN, J.J.; BEAM, S.W. Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. **Journal of Animal Science**, v.74, n.3, p.858-865, 1996.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.
- CASTRO, J.M.C., SILVA, D.S., MEDEIROS, A.N. et al. Consumo de nutrientes, digestibilidade aparente e balanço nitrogenado de dietas contendo feno de maniçoba (*Manihot glaziovii* Mell. Arg.) para ovinos Santa Inês. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 3., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Sociedade Nordestina de Produção Animal, 2004. p.34-38.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – an overview of technical details. **International Feed Research Unit**. Bucksburnd, Aberdeen: Rowett Research Institute. 21p. 1992. (Occasional publication)
- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.de C.; VALADARES, R.F.D. et al. Determination of creatinine excretion and evaluation of spot urine sampling in Holstein cattle. **Livestock Science**, v.113, n.1, p.218-225, 2008.
- CLARK, J.H.; KLUSMEYER, T.H.; CAMERON, M.R. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.8, p.2304-2323, 1992.
- FERGUSON, J.D.; GALLIGAN, T.B.; REEVES, M. Serum urea nitrogen and conception rates: the use fullness of test information. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.7, p.3472-3746, 1993.
- FERREIRA, A.L.; SILVA, A.F.; PEREIRA, L.G.R. et al. Produção e valor nutritivo da parte aérea da mandioca, maniçoba e pornunça. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.1, p.129-136, 2009.

- FISCHER, V. **Efeitos do fotoperíodo, da pressão de pastejo e da dieta sobre o comportamento ingestivo de ruminantes.** 1996. 243f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- FUJIHARA, T., ORSKOV, E.R., REEDS, P.J. et al. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. **Journal of Agriculture Science**, v.10, n.9, p.7-12, 1987.
- GARCIA-BAJALIL, C.M., STAPLES, C.R., RISCO, A.A. et al. Protein degradability and calcium salts of long-chain fatty acids in the diets of lactating dairy cows: productive responses. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.1374-1384, 1998.
- GONDA, H.L.; LINDBERG, J.E. Effect of diet on milk allantoin and its relationship with urinary allantoin in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.2, 364-373, 1997.
- HALL, M.B.; HOOVER, W.H.; JENNINGS, J.P. et al. A Method for partitioning neutral detergent soluble carbohydrates. **Journal Science Food Agriculture**, v. 79, n.9, p.2079-2086, 1999.
- HERRERA-SALDANA, R.E.; GOMEZ-ALARCON, R.; TORABI, M. et al. Influence of synchronising protein and starch degradation in the rumen on nutrient utilisation and microbial protein synthesis. **Journal of Dairy Science**, v.73, n.1, p.142-148, 1990.
- JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy, Science**, v.76, n.12, p.3851-3863, 1993.
- JOHNSON, L.M.; HARRISONS, J.H.; RILEY, R.E. Estimation of the flow of microbial nitrogen to the duodenum using urinary uric acid or allantoin. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.9, p.2408-2420, 1998.
- JOHNSON, T.R.; COMBS, D.K. Effects os prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.3, p.933-944, 1991.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage.** 2. ed. Aberystwyth: Chalcombe Publications, 1991, 340p.
- MARTIN, P.; BATESON, P. **Measuring behavior and introductory guide.** 3. ed. New York: Cambrindge University Press, 1986, 254p.
- MATTOS, L.M.E.; FERREIRA, M.A.; SANTOS, D.C. et al. Associação da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) com diferentes fontes de fibra na alimentação de vacas 5/8 holandês-zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2128-2134, 2000.
- MENDONÇA JUNIOR, A.F.; BRAGA, A.P.; CAMPOS, M.C.C. et al. Avaliação da composição química, consumo voluntário e digestibilidade in vivo de dietas com diferentes níveis de feno de maniçoba (*Manihot glaziovii* Muell. Arg.), fornecidas a ovinos. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.8, n.1, p.32-41, 2008.
- MERTENS, D. R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29., 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p.188-219.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of the dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: 2001. 363p.
- NEFZAOU, A., BEN SALEM, H. *Opuntia* spp.: A strategic fodder and efficient tool to combat desertification in the WANA region. In: Mondragón-Jacobo C. and Pérez-González S. **Cactus (*Opuntia* spp.) as forage**. FAO Plant production and protection paper, n.169. 2001, p.73–90.
- OBA, M.; ALLEN, M.S. Effects of Brown midrib mutation in corn silage on productivity of dairy cows fed two concentration of dietary neutral detergent fiber. 2. Chewing activities. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.6, p.1342-1349, 2000.
- OLIVEIRA, V.S. **Substituição total do milho e parcial do feno de capim tifton por palma forrageira em dietas para vacas da raça holandesa em lactação**. 2006. 34f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- OLIVEIRA, C.A.F.; FONSECA, L.F.L. Aspectos relacionados a produção, que influenciam a qualidade do leite. **Higiene Alimentar**, v.13, n.62, p.10-16, 1999.
- PIMENTEL, J.J.O., SILVA, J.F.C., VALADARES FILHO, S.C. et al. Efeito da suplementação protéica no valor nutritivo da silagem de milho e sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.5, p.1042-1049, 1998.
- SALVIANO, L.M.C.; SOARES, J.G.G. **Cultivo da maniçoba para produção de forragem no semi – árido brasileiro**. Petrolina, PE: Embrapa Semi-árido, Instruções Técnicas, n.33, p.6, 2003.
- SANTOS, L.L. **Avaliação da qualidade da maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*) sob diferentes formas de conservação**. 2009. 76p. Dissertação (Mestre em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão.
- SILVA, R.R.; FERREIRA, M.A.; VERAS, A.S.C. et al. Palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) associada a diferentes volumosos em dietas para vacas da raça Holandesa em lactação. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.29, n.3, p.317-324, 2007.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002, 235p.
- SNIFFEN, C.J., O’CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, v.70, n.2, p.3562-3577, 1992.
- SOARES, C.A.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES, R.F.D. et al. Produção de proteína microbiana e parâmetros ruminais em vacas leiteiras alimentadas com farelo de trigo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.345-350, 2005.
- TIMMERMANS JR., S.J.; JOHNSON, L.M.; HARRISON, J.H.; DAVIDSON, D. Estimation of the flow of microbial nitrogen to the duodenum using milk uric acid or allantoin. **Journal of Dairy Science**, v.83, v.6, p.1286-1299, 2000.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. SAEG - **Sistema de análise estatística e genética**, versão 8.0. Viçosa - MG (manual do usuário), 2007. 150p.
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. **Exigências nutricionais de zebuínos de composição de alimentos BR-Corte**. 1.ed. Viçosa-MG-Brazil, UFV-DZO, 2006. 142p.

- VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G.A.; VALADARES FILHO, S.C.; CLAYTON, M.K. Effect of replacing alfalfa with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.8, n.12, p.2686-2696, 1999.
- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; SAMPAIO, I.B. et al. Níveis de proteínas em dietas de bovinos. 4. Concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1270-1278, 1997.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**, 2. ed. Cornell University Press, Ithaca, New York, 1994, 476p.
- VERBIC, J.; CHEN, X.B.; MACLEOD, N.A. et al. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivatives excretion by steers. **Journal of Agriculture Science**, v.114, n.2, p.243-248, 1990.
- VILELA, M.S.; FERREIRA, M.A.; AZEVEDO, M. et al. Effect of processing and feeding strategy of the spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill.) for lactating cows: Ingestive behavior. **Applied Animal Behaviour Science**, v.125, p.1-8, 2010.
- WANDERLEY, W.L. **Silagens e fenos em associação à palma forrageira para vacas em lactação e ovinos**. 2008. 66f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- WEISS, W.P. **Energy prediction equations for ruminant feeds**. Cornell: Nutrition conference for feed manufactures, p. 176-184, 1999.

## **Considerações Finais**

Nas mesorregiões Agreste e Sertão de Pernambuco, as irregularidades das condições edafoclimáticas têm limitado a produção de forragem e, conseqüentemente, a produção animal; inviabilizando os sistemas tradicionais, restando aos produtores a utilização de alimentos alternativos ou adaptados às condições da região.

Nessas condições a pecuária representa uma das atividades mais importantes devido a sua menor vulnerabilidade à seca comparada às explorações agrícolas, o que tem sido um fator de fixação do homem a terra. Porém, com a limitação de forragem e de área utilizada na pecuária, o desempenho produtivo dos rebanhos é baixo, principalmente, no período seco, obrigando os produtores a suplementarem os animais, normalmente, com a oferta de alimentos concentrados, que não resolve o problema e onera os custos de produção.

Uma forma de melhorar esse cenário tem sido a utilização de espécies forrageiras presentes na caatinga, na forma de feno ou silagem, contribuindo com os períodos de menor escassez de forragem. Entre as plantas presentes na caatinga a maniçoba apresenta características forrageiras importantes como alta palatabilidade e bom valor nutritivo.

Além disso, a busca por alimentos alternativos de ingredientes oriundos de processos agroindustriais tem se intensificado. Tais subprodutos devem apresentar características que possibilitem sua utilização na alimentação animal em substituição as fontes de energia e proteína. Entretanto, situações em que existe baixa disponibilidade de forragem, devido ao período seco ou em sistemas de produção em que há limitação de área para produção de alimentos volumosos, as fontes de fibra não forragem,

oriundas desses subprodutos se colocam como excelente alternativa em substituição a alimentos volumosos.

No entanto, mais pesquisas devem ser desenvolvidas para melhor entendimento da ação desses alimentos sobre o animal, com a intenção de oferecer ao produtor rural alternativas alimentares que possibilitem o atendimento das exigências nutricionais de ruminantes, principalmente no período de escassez de forragem e diminuição dos custos de produção.