

## Xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. ex Rowl.) em Substituição à Silagem de Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) na Alimentação de Vacas Leiteiras<sup>1</sup>

José Geraldo Medeiros da Silva<sup>2</sup>, Divan Soares da Silva<sup>3</sup>, Marcelo de Andrade Ferreira<sup>4</sup>, Guilherme Ferreira da Costa Lima<sup>5</sup>, Airon Aparecido Silva de Melo<sup>2</sup>, Marcus César Nóbrega Montenegro Diniz<sup>6</sup>

**RESUMO** - O desempenho de vacas da raça Pardo-suíça em lactação e a digestibilidade aparente de dietas contendo níveis de 0; 12,5; 25; 37,5 e 50% de xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. ex Rowl.) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) foram avaliados utilizando-se cinco vacas com peso vivo (PV) médio de 520 kg e produção média diária de 15 kg de leite. O delineamento experimental foi em quadrado latino (5x5) e constou de cinco animais, cinco períodos e cinco níveis de inclusão de xiquexique na dieta. Cada período experimental teve duração de 17 dias (dez destinados à adaptação dos animais às dietas e sete para coleta). Os consumos de matéria seca (MS), em kg/dia, % e em unidade de tamanho metabólico ( $\text{g/kg}^{0,75}$ ), de matéria orgânica (MO), de proteína bruta (PB) e de carboidratos totais (CHT), em kg/dia, não foram influenciados pela inclusão de xiquexique na dieta, apresentando valores médios de 15,21; 2,83; 136,10; 13,64; 1,64 e 11,48 kg respectivamente. Os consumos de fibra em detergente neutro (FDN), extrato etéreo (EE) e nutrientes digestíveis totais (NDT), em kg/dia, diminuíram, enquanto o de carboidratos não-fibrosos (CNF), em kg/dia, elevou linearmente com a inclusão de xiquexique na dieta. A inclusão de xiquexique na dieta não influenciou as digestibilidades de matéria seca (DAMS), matéria orgânica (DAMO), proteína bruta (DAPB), extrato etéreo (DAEE), fibra em detergente neutro (DAFDN) e dos carboidratos totais (DACHT). Não houve efeito da inclusão de xiquexique na dieta sobre a produção (média de 14,80 kg/dia) e na composição química do leite e a eficiência alimentar (kg de leite produzido/kg de MS consumida).

Palavras-chave: consumo, pilosocereus, produção de leite, semi-árido

## Replacement of Sorghum Silage (*Sorghum bicolor* L. Moench) with a Columnar Cactus (*Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. ex Rowl.) on Diets of Lactating Dairy Cows

**ABSTRACT** - Five lactating Brown-Swiss cows averaging 520 kg of body weight (BW) and 15 kg of milk yield were assigned to a 5 x 5 Latin square to study the effects of replacing sorghum silage (*Sorghum bicolor* L. Moench) with a columnar cactus known as xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. ex Rowl.) on animal performance and apparent digestibility of nutrients. The experimental diets contained (DM basis): 0, 12.5, 25, 37.5, or 50% of xiquexique. Each experimental period lasted 17 days (10 days for diet adaptation and 7 days for sample collection). Intake of dry matter (DM) expressed as amount (kg/d), as percentage of BW, or as metabolic weight ( $\text{g/kg}^{0,75}$ ) were 15.21 kg/d, 2.83% of BW, and 136.10  $\text{g/kg}^{0,75}$  and did not change by replacing sorghum silage with xiquexique in the diet. Similarly, intake of organic matter (OM), crude protein (CP), and total carbohydrates (TCH) did not differ and averaged 13.64, 1.64, and 11.48 kg/d across diets, respectively. However, intake (kg/d) of neutral detergent fiber (NDF), ether extract (EE), and total digestible nutrients (TDN) all decreased linearly ( $P < 0.01$ ) while the opposite was observed for non-fiber carbohydrates (NFC) by replacing sorghum silage with xiquexique in the diet. No significant differences in the apparent digestibility of DM (DMAD), organic matter (OMAD), crude protein (CPAD), ether extract (EEAD), neutral detergent fiber (NDFAD), and total carbohydrates (TCHAD) were observed by increasing the dietary proportions of xiquexique. Milk yield averaged 14.80 kg/d and also did not differ among treatments in the present trial. Following the same trend, milk composition and feed efficiency (kg of milk yield/kg of DM intake) were unaffected by increasing the levels of xiquexique in the diet.

Key Words: intake, milk yield, pilosocereus, semi-arid

### Introdução

Em determinadas regiões semi-áridas do Nordeste brasileiro, as cactáceas nativas, ao lado de poucas alternativas alimentares, têm sido utilizadas nos períodos de secas prolongadas, como um dos principais

suportes forrageiros dos ruminantes. Segundo Andrade Lima (1965), o número de espécies de cactáceas no Nordeste brasileiro não é grande, todavia, na paisagem da zona seca, que representa a maior parte da área total da região, algumas espécies são numerosas, chegando a ser dominantes da formação. O xiquexique

<sup>1</sup> Parte da tese apresentada pelo primeiro autor à UFRPE – Financiada pelo PRONAF, Pesquisa/EMPARN.

<sup>2</sup> Aluno do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia – UFRPE/UFC/UFPB (josegeraldomdsilva@ig.com.br).

<sup>3</sup> Professor do curso de Zootecnia da UFPB - (divan@cca.ufpb.br)

<sup>4</sup> Professor do curso de Zootecnia da UFRPE - (ferreira@ufrpe.br)

<sup>5</sup> Pesquisador da EMBRAPA/EMPARN - (guilhermeemparn@rn.gov.br)

<sup>6</sup> Professor do curso de Zootecnia da UFRN.

(*Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. ex Rowl.) desenvolve-se muito bem nas áreas mais secas da região semi-árida; cresce em solos rasos, em cima de rochas e se multiplica regularmente, cobrindo extensas áreas (Gomes, 1977). Sua distribuição ocorre principalmente nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Bahia.

Com relação à ensilagem no semi-árido nordestino, Lima & Maciel (1996) relataram que os sorgos granífero e forrageiro devem ser as espécies mais empregadas, por apresentarem maior resistência à seca, alto potencial de produção de matéria seca (MS) e silagem de qualidade comparável à do milho. Por outro lado, o Diagnóstico da Bovinocultura Leiteira do estado do Rio Grande do Norte (1998) apresentou os índices de adoção da ensilagem ainda muito baixos, em torno de 20%. Entretanto, Lima (1998) comentou que, numa região marcada pela estacionalidade da produção forrageira, a produção qualiquantitativa de volumosos exerce função estratégica na lucratividade das fazendas leiteiras do Nordeste, pela redução das diferenças sazonais na oferta de forragens e pelos menores requerimentos de suplementações energéticas e/ou protéicas.

Segundo Albuquerque (2001), em secas prolongadas, não são as cactáceas e as bromeliáceas que morrem, e sim os arbustos, em grande escala, e as árvores, em menor escala. Oliveira (1996) relatou que, em razão das incertezas climáticas e do fenômeno das secas periódicas no Nordeste do Brasil, as cactáceas, graças às suas características fisiológicas de economia no uso da água, representam uma fonte de suprimento de água e uma alternativa alimentar para os rebanhos do semi-árido. A riqueza d'água das cactáceas forrageiras tem sido relatada como de grande importância para as regiões semi-áridas (Matter, 1986; Ben Salem et al., 1996). Lima (2002), em Pernambuco, estudou os efeitos da substituição do milho por dois cultivares de palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill, cv. gigante e *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck, cv. miúda) sobre o comportamento ingestivo de vacas Holandês-Zebu e concluiu que os efeitos da substituição fez com que as vacas consumindo palma cv. gigante praticamente suprissem suas necessidades diárias de água.

Destacando as cactáceas, Barbosa (1997) registrou, para a composição química do xiquexique teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral

(MM), respectivamente, de 10,99; 82,00; 5,07; 0,78 e 18,00%. Valadares Filho et al. (2002), coletando dados de vários laboratórios para tabela de composição de alimentos, incluíram o xiquexique com valores em porcentagens na MS de carboidratos totais (CHT) e de fibra em detergente neutro (FDN), respectivamente, de 75,80 e 50,63%. Os valores de alguns minerais, na MS, do xiquexique são considerados altos, com destaque para o cálcio (Ca), com 1,82 a 3,10%, e o potássio (K), com 1,56 a 2,89% (Germano et al., 1991; Silva, 1998). Com relação à degradabilidade *in situ* da matéria seca, Silva et al. (2000) relataram que o xiquexique apresentou altos coeficientes em períodos de incubação de 6 a 96 horas, obtendo-se 35,90 e 81,37%, respectivamente, enquanto Barbosa (1997) estudou a digestibilidade *in vitro* da matéria seca e obteve 65,80% para a mesma espécie.

Nos últimos anos, os pecuaristas vêm adotando um novo sistema de queima dos espinhos das cactáceas nativas, o lança-chamas a gás butano. Fernandes-Sobrinho (1994) ressaltou que, em Jardim do Seridó-RN, no período 1979 a 1993, o xiquexique foi o alimento responsável pela sobrevivência de todo o rebanho. Segundo Lima (1998), pode-se destacar a ampla utilização das cactáceas nativas xiquexique e mandacaru como volumosos estratégicos nos períodos de secas prolongadas. No entanto, essas forrageiras apresentam como limitações o lento crescimento e o alto custo da mão-de-obra no processamento com o corte da planta, a queima dos espinhos e a trituração do material forrageiro.

Lima et al. (1996), em estudo realizado com as raças Pardo-Suíça e Guzerá, utilizaram 50 e 75% da MS de xiquexique ou de mandacaru, em associação à silagem de sorgo forrageiro, na engorda de novilhas com peso vivo médio de 281 kg em regime de confinamento e observaram ganhos médios de peso vivo médios de 0,514 e 0,505 kg/cab/dia, para o xiquexique, e de 0,716 e 0,695 kg/cab/dia para o mandacaru. Silva (1998), em estudo realizado com as raças Pardo-Suíça, Gir e Guzerá, adotou os mesmos tratamentos experimentais na engorda de novilhas com peso vivo médio de 222 kg em regime de confinamento e registrou ganhos médios de peso vivo de 0,389 e 0,307 kg/cab/dia para o xiquexique, e de 0,538 e 0,534 kg/cab/dia, para o mandacaru. Embora demonstrando o ganho de peso vivo com essas cactáceas, os autores concluíram que há necessidade

de estudos complementares nas áreas agrônômica e nutricional, agregados a pesquisas de viabilidade econômica, contrariando os relatos de Santos et al. (1997), que afirmaram que diversas pesquisas têm sido conduzidas com as espécies de palma forrageira dos gêneros *Opuntia* e *Nopalea* no nordeste do Brasil, abrangendo seus aspectos agrônômicos e nutricionais. No entanto, nas regiões onde o cultivo apresenta seus rendimentos muito baixos, como é no Seridó Potiguar (Medeiros et al., 1981; Lima, 1985), as cactáceas nativas se sobressaem como reserva alimentar para os ruminantes, em períodos de secas prolongadas, havendo limitação de trabalhos na área zootécnica.

A utilização exclusiva de cactáceas como volumoso e/ou a associação de outras espécies de cactáceas com volumosos restritos na dieta de vacas em lactação têm provocado distúrbios metabólicos, tais como baixa ruminação, diarreias e variação negativa de peso (Santana et al., 1970; Santos et al., 1990). Segundo Santos et al. (1997), a palma forrageira necessita ser complementada com outras fontes de alimentos, ricos em fibra efetiva e proteína. Desse modo, objetivando complementar a palma associada com diferentes fontes de fibra na alimentação de vacas mestiças leiteiras, Mattos et al. (2000) verificaram boa produção de leite (média de 13,30 kg/dia), sem alteração na porcentagem de gordura do leite, e consumo de MS acima do recomendado, ocorrendo apenas uma variação negativa de peso de 70 g/vaca/dia.

O consumo de MS é um dos principais fatores a afetarem o desempenho animal e é influenciado sobretudo pelas condições de alimentação (Mertens, 1992). A quantidade de matéria seca ingerida por uma vaca depende de muitas variáveis, incluindo tipo e qualidade dos alimentos oferecidos, principalmente forragens (NRC, 1989). Segundo Van Soest (1994), a relação do conteúdo d'água em forragens tropicais para consumo pode ser considerada função do volume estrutural se a forragem contém água na estrutura da parede celular. Minson (1990) afirmou que convencionalmente, níveis de água excedendo 780 g/kg de forragem fresca ocasionam diminuição no consumo voluntário animal.

Mertens (1994) relatou que a ingestão de matéria seca é controlada por fatores fisiológicos, físicos e psicogênicos. O fator físico refere-se à distensão do rúmen-retículo (enchimento), enquanto o fisiológico é regulado pelo balanço energético que, segundo Sniffen et al. (1993), está relacionado primariamente à manu-

tenção de um estado de equilíbrio energético. O fator psicogênico, por sua vez, envolve a resposta comportamental do animal frente a fatores inibidores ou estimuladores no alimento ou no manejo alimentar (Mertens, 1994).

Lima et al. (1985), estudando níveis de 25; 50 e 75%, e Wanderley et al. (2002) avaliando níveis de 12; 24 e 36% de palma forrageira em substituição à silagem de sorgo na alimentação de vacas holandesas, respectivamente, não observaram diferenças significativas no consumo de nutrientes, na produção e composição do leite e no ganho de peso dos animais.

A composição química do leite, segundo Foseca (1993), pode ser afetada por vários fatores, incluindo a genética, alimentação, o ambiente, entre outros. Porém, o mecanismo envolvido pode ser indireto e a causa direta da mudança de composição é a quantidade total de leite produzido.

A cada período de seca no Nordeste brasileiro, particularmente no Seridó Potiguar, a utilização do xiquexique na alimentação de ruminantes evidencia a importância dessa cactácea forrageira como reserva estratégica para sistemas pecuários do semi-árido; no entanto, essa cactácea tem sido utilizada sem um conhecimento aprofundado de seu valor nutritivo, nem informações sobre consumo, a produção de leite, entre outros.

Nesse contexto, realizou-se esta pesquisa objetivando-se avaliar os efeitos de cinco níveis de xiquexique (0; 12,5; 25; 37,5 e 50%) em substituição à silagem de sorgo forrageiro em dietas para vacas Pardo-Suíças em lactação. Foram avaliados os seguintes parâmetros: consumos e digestibilidades de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos totais (CHT), carboidratos não-fibrosos (CNF) e extrato etéreo (EE); consumos de nutrientes digestíveis totais (NDT), cálcio (Ca) e fósforo (P); produção e composição química do leite; eficiência alimentar e relação custo:benefício do leite.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado no Campo Experimental e de Produção de Cruzeta, pertencente à Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte-S/A -EMPARN, localizado na cidade de Cruzeta-RN, no período de 05 de setembro a 28 de novembro de 2002. O Município de Cruzeta está

localizado na região Seridó do Rio Grande do Norte e tem como coordenadas geográficas de posição 6° 26' de latitude sul, 36° 35' de longitude oeste de Greenwich e 230 m de altitude média. A temperatura e umidade relativa do ar médias e precipitação pluviométrica no ano de 2002 foram de 27,15°C; 60,42% e 859,90 mm, respectivamente (INMET, 2002).

Foram utilizadas cinco vacas da raça Pardo-Suíça, com peso vivo médio de 520 kg e produção média de 15 kg de leite/dia. Os animais estavam entre a quarta e sétima ordem de lactação e, no início do experimento, atingiam, em média, 101 dias de lactação.

O experimento teve duração de 85 dias, divididos em cinco períodos de 17 dias (10 de adaptação às dietas experimentais e sete para coleta de dados e amostras). Os animais foram confinados em baias individuais, com divisórias de madeira e arame liso, piso de areia com área coberta de 10 m<sup>2</sup> e área livre total de 43 m<sup>2</sup>, com comedouros e bebedouros. A pesagem dos animais foi efetuada no início e final de cada período experimental.

O delineamento experimental foi em quadrado latino (5x5), constou de cinco animais, cinco períodos e cinco níveis de inclusão de xiquexique na dieta e foi casualizado de acordo com a descrição de Sampaio (1998).

As dietas foram formuladas de acordo com as recomendações do NRC (1989) para atender às exigências de produção de 15 kg de leite/vaca/dia, com 4% de gordura e peso vivo médio de 520 kg, e foram constituídas de xiquexique associado à silagem de sorgo e ao concentrado, de acordo com os tratamentos experimentais. O concentrado foi preparado mensalmente e foi composto de 29,0% de caroço de algodão, 17,7% de fubá de milho, 17,7% de farelo de trigo, 29,0% de farelo de soja, 3,3% de sal comum e 3,3% de complexo mineral comercial recomendado para vacas em lactação. O xiquexique foi colhido e transportado da caatinga, onde diariamente foram queimados os espinhos com lança-chamas à gás butano, para posterior trituração em máquina forrageira. A silagem foi constituída de sorgo forrageiro cultivar IPA-467-4-2, com 126 dias de colheita, acondicionada em silo trincheira revestido. A proporção dos ingredientes nas dietas e as composições bromatológicas dos ingredientes e das dietas experimentais são apresentadas nas Tabelas 1, 2 e 3.

A alimentação foi fornecida duas vezes ao dia, à vontade, às 7h (50%) e 17 h (50%), na forma de dieta

Tabela 1 - Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos totais (CHT), carboidratos não-fibrosos (CNF), cálcio (Ca) e fósforo (P) do xiquexique, da silagem de sorgo e do concentrado utilizados nas dietas experimentais

Table 1 - Contents of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), total carbohydrates (TCH), nonfiber carbohydrates (NFC), calcium (Ca) and phosphorus (P) of the columnar cactus, sorghum silage and concentrate used in the experimental diets

Item Item	Ingrediente Ingredient		
	Xiquexique Columnar cactus	Silagem de sorgo Sorghum silage	Concentrado Concentrate
MS (DM) %	16,44	29,73	91,35
MO (OM) <sup>1</sup>	83,59	91,83	90,53
PB (CP) <sup>1</sup>	6,06	4,15	24,12
EE (EE) <sup>1</sup>	1,10	2,09	7,94
FDN (NDF) <sup>1</sup>	39,86	61,84	33,54
CHT (TCH) <sup>1</sup>	76,43	85,59	58,47
CNF (NFC) <sup>1</sup>	36,57	23,75	24,93
Ca <sup>1</sup>	2,51	0,26	0,63
P <sup>1</sup>	0,08	0,19	0,92

<sup>1</sup>MS (% DM).

Tabela 2 - Composição porcentual dos ingredientes nas dietas experimentais com base na matéria seca

Table 2 - Ingredient composition of the experimental diets, dry matter basis

Ingrediente (%) Ingredient (%)	Nível de xiquexique (%) Level of columnar cactus (%)				
	0	12,5	25	37,5	50
Xiquexique Columnar cactus	-	12,5	25,0	37,5	50,0
Silagem de sorgo Sorghum silage	70,0	57,5	45,0	32,5	20,0
Concentrado Concentrate	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0

completa e, para manter os níveis dos diferentes ingredientes nas rações experimentais, foi permitida sobra de 5 a 10% do total da matéria seca. A água também foi oferecida à vontade em tanques com bóia a céu aberto. As vacas foram ordenhadas mecanicamente em sistema de balde ao pé, deslocando-se diariamente 100 m dos currais até a sala de ordenha às 5 e 16 h. Xiquexique, silagem de sorgo, concentrado, sobras e fezes por animal foram amostrados diariamente, para obtenção de amostra composta por período experimental. As amostras, após pré-secagem em

Tabela 3 - Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos totais (CHT), carboidratos não-fibrosos (CNF), cálcio (Ca), fósforo (P) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas experimentais

Table 3 - Contents of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), total carbohydrates (TCH), nonfiber carbohydrates (NFC), calcium (Ca), phosphorus (P) and total digestible nutrients (TDN) in the experimental diets

Ingrediente (%) Ingredient (%)	Nível de xiquexique (%) Level of columnar cactus (%)				
	0	12,5	25	37,5	50
MS (DM) %	48,21	46,55	44,89	43,23	41,57
MO (OM) <sup>1</sup>	91,44	90,41	89,38	88,35	87,32
PB (CP) <sup>1</sup>	10,14	10,38	10,62	10,85	11,09
EE (EE) <sup>1</sup>	3,84	3,72	3,60	3,47	3,35
FDN (NDF) <sup>1</sup>	53,35	50,60	47,85	45,11	42,36
CHT (TCH) <sup>1</sup>	77,45	76,31	75,16	74,02	72,87
CNF (NFC) <sup>1</sup>	24,10	25,71	27,31	28,91	30,51
Ca <sup>1</sup>	0,37	0,65	0,93	1,14	1,50
P <sup>1</sup>	0,41	0,39	0,39	0,37	0,35
NDT (TDN) <sup>1</sup>	69,01	64,73	60,69	59,17	61,92

<sup>1</sup> % MS (% DM).

estufa de ventilação forçada a 55°C, foram preparadas e acondicionadas. Foram analisados os teores de MS, PB, FDN, EE e MM, no Laboratório de Nutrição Animal da UFRN (Silva & Queiroz, 2002) e de Ca e P, no Laboratório de Água, Solo e Planta da EMPARN (Malavolta, 1989). Os CHT foram determinados pela fórmula proposta por Sniffen et al. (1992):  $CHT = 100 - (PB + EE + Cinzas)$ , e os CNF segundo Mertens (1997):  $CNF = 100 - (FDN + PB + EE + Cinzas)$ .

O consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT), em quilogramas, e os teores de NDT foram calculados segundo Sniffen et al. (1992), pelas seguintes equações:  $CNDT = (PB \text{ ing.} - PB \text{ fecal}) + 2,25 (EE \text{ ing.} - EE \text{ fecal}) + (CHT \text{ ing.} - CHT \text{ fecal})$  e  $NDT (\%) = (\text{Consumo de NDT}/\text{Consumo de MS}) \times 100$ .

A estimativa da produção de matéria seca fecal (PMSF) foi obtida utilizando-se a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) como indicador orgânico interno (Berchielli et al., 2000). Amostras com cerca de 0,5 g de fezes, de sobras e de silagem e 1,0 g de xiquexique e de concentrado foram acondicionadas em sacos de náilon e incubadas no instrumento de digestibilidade "Daisy"II, por 144 horas, no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). O material remanescente da incu-

bação foi lavado em água corrente e submetido à extração com detergente ácido, cujo resíduo foi considerado FDAi.

As produções individuais de leite foram quantificadas um dia por semana no período de adaptação e durante sete dias no período de mensuração. Nos sexto e sétimos dias de mensuração, foram coletadas amostras compostas de leite para análises de PB (Silva & Queiroz, 2002), gordura (Gerber, descrito por Behmer, 1965), lactose (Instituto Adolfo Lutz, 1985), extrato seco total e extrato seco desengordurado, realizadas no Laboratório de Qualidade de Alimentos do Colégio Agrícola de Bananeiras/PB. A produção de leite foi avaliada por meio do controle diário e o leite foi corrigido para 4% de gordura pela equação do NRC (2001).

Os dados foram submetidos a análises de variância e de regressão, empregando-se o programa SAEG (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas), desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (UFV, 1997). Os critérios adotados para escolha do modelo foram o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e a significância, observada por meio do teste T a 1% e 5% de probabilidade.

A relação custo:benefício foi estimada a partir dos custos (R\$) das dietas e das produções de leite (R\$) nos respectivos tratamentos. Os custos (R\$) de despesas foram computados somente para alimentação, considerando-se como usuários da tecnologia empregada o pequeno e médio produtor rural, com mão-de-obra familiar comum em todos os tratamentos.

## Resultados e Discussão

Os consumos de MS (em kg/dia, %PV e unidade de tamanho metabólico ( $g/kg^{0,75}$ ), MO, PB e CHT expressos em kg/dia não foram influenciados ( $P > 0,05$ ) pela inclusão de xiquexique na dieta, apresentando valores médios de 15,21; 2,83; 136,10; 13,64; 1,64 e 11,48, respectivamente (Tabela 4).

O consumo de MS em % PV foi semelhante à recomendação sugerida pelo NRC (1989), que é de 2,8% do PV para vacas com produção diária de 15 kg/leite e 520 kg de peso vivo médio.

Apesar das condições ambientais impostas aos animais, como elevada temperatura, que altera a ingestão de matéria seca (NRC, 1989), não houve influência do consumo de MS nos tratamentos experimentais. Segundo Pires et al. (1998), o consumo de

Tabela 4 - Médias, coeficiente de variação (CV), equação de regressão (ER), coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e probabilidade (P) referentes aos efeitos lineares (L) dos consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN), carboidratos totais (CCHT), carboidratos não-fibrosos (CCNF), extrato etéreo (CEE), nutrientes digestíveis totais (CNDT), cálcio (CCa) e fósforo (CP), de acordo com os níveis de xiquexique (XX) na dieta

Table 4 - Means, coefficient of variation (VC), regression equations (RE), coefficient of determination ( $R^2$ ) and probability (P) at linear effects (L) for intakes of dry matter (DMI), organic matter (OMI), crude protein (CPI), neutral detergent fiber (NDFI), total carbohydrates (TCHI), nonfiber carbohydrates (NFCI), ether extract (EEI), total digestible nutrients (TDNI), calcium (CaI) and phosphorus (PI), according to columnar cactus levels in the diets

Item	Nível de xiquexique (%) Level of columnar cactus (%)					CV	ER RE	Probabilidade Linear
	0	12,5	25	37,5	50			
CMS (kg/dia) (DMI, kg/day)	15,20	15,14	15,67	14,89	15,18	7,06	$\hat{Y} = 15,21$	ns
CMS (%PV) (DMI, %LW)	2,83	2,78	2,91	2,76	2,84	6,96	$\hat{Y} = 2,83$	ns
CMSPM(g/kg <sup>0.75</sup> ) (DMI, g/kg <sup>0.75</sup> )	136,14	135,16	140,30	133,09	135,83	7,07	$\hat{Y} = 136,10$	ns
CMO (kg/dia) (OMI, kg/day)	13,96	13,75	14,05	13,19	13,27	7,12	$\hat{Y} = 13,64$	ns
CPB (kg/dia) (CPI, kg/day)	1,60	1,63	1,66	1,59	1,68	6,10	$\hat{Y} = 1,64$	ns
CFDN (kg/dia) (NDFI, kg/day)	7,98	7,45	7,34	6,32	6,27	9,52	1	0,01
CFDN (%PV) (NDFI, %LW)	1,48	1,38	1,36	1,17	1,16	9,41	2	0,01
CCHT (kg/dia) (TCHI, kg/day)	11,93	11,51	11,81	11,06	11,09	7,26	$\hat{Y} = 11,48$	ns
CCNF (kg/dia) (NFCI, kg/day)	3,78	4,04	4,47	4,46	4,83	6,88	3	0,01
CEE (kg/dia) (EEI, kg/day)	0,58	0,53	0,56	0,50	0,47	9,07	4	0,01
CNDT (kg/dia) (TDNI, kg/day)	10,49	9,80	9,51	8,81	9,40	7,80	5	0,01
CCa (g/dia) (CaI, g/day)	55,76	104,56	151,36	181,48	229,24	13,80	6	0,01
CP (g/dia) (PI, g/day)	63,68	62,24	60,54	56,80	54,70	7,54	7	0,01

1 - $\hat{Y} = 8,43 - 0,045^{**}XX$	$R^2 = 0,92$
2 - $\hat{Y} = 1,56 - 0,084^{**}XX$	$R^2 = 0,92$
3 - $\hat{Y} = 3,81 + 0,02^{**}XX$	$R^2 = 0,94$
4 - $\hat{Y} = 0,58 - 0,0019^{**}XX$	$R^2 = 0,80$
5 - $\hat{Y} = 10,2429 - 0,02541^{**}XX$	$R^2 = 0,67$
6 - $\hat{Y} = 0,059 + 0,0033^{**}XX$	$R^2 = 0,99$
7 - $\hat{Y} = 0,064 - 0,0002^{**}XX$	$R^2 = 0,96$

MS deve-se, em parte, ao conforto ambiental destinado aos animais, que tem uma relação próxima na ingestão de MS.

Vários fatores estão relacionados à regulação do consumo de nutrientes, entre eles os aspectos físicos e fisiológicos (Mertens, 1994; Van Soest, 1994). Nesse trabalho, observou-se que, à medida que se elevou a contribuição do xiquexique nas dietas, foram reduzidas as quantidades de MS das dietas (Tabela 3), resultando em maior ingestão de matéria natural das dietas, como forma de os animais suprirem suas necessidades, o que provavelmente regulou o consumo de MS. A adição de água *per se* no rúmen tem pouco efeito na ingestão, porém, água retida em componente estrutural de forragem ingerida pode limitar o consumo (Minson, 1990; Van Soest, 1994). Em geral, assume-se que alimentos volumosos reduzem a ingestão por meio de enchimento, mas o tamanho de partícula e o tempo necessário para atingir a suficiente ingestão do alimento podem também limitar o consumo (Van Soest, 1994).

O consumo de NDT foi influenciado negativamente ( $P < 0,01$ ) pela inclusão dos níveis de xiquexique na dieta, o que, segundo a teoria do controle da ingestão de alimentos a partir dos fatores fisiológicos, poderia ter proporcionado maior consumo de MS pelos animais, o que não foi observado neste experimento. Porém, o consumo de NDT em todos os tratamentos esteve acima da exigência preconizada pelo NRC (1989) que é de 8,26 kg de NDT/dia, para vacas com produção e peso semelhantes aos dos animais utilizados.

O consumo de PB não foi influenciado ( $P > 0,05$ ) pela inclusão de xiquexique na dieta, possivelmente em razão das porcentagens semelhantes das dietas e da ausência de diferença no consumo de MS, favorecendo a uniformização do consumo de PB em todos os tratamentos. O consumo médio de PB médio de 1,64 kg/dia foi semelhante às exigências para vacas com produção diária de 15 kg/leite e 520 kg de peso vivo médio pelas normas sugeridas pelo NRC (1989), que são de 1,63 kg/dia.

Tabela 5 - Médias, coeficiente de variação (CV), equação de regressão (ER), coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e probabilidade (P) referentes aos efeitos lineares (L) das digestibilidades aparentes de matéria seca (DAMS), matéria orgânica (DAMO), proteína bruta (DAPB), extrato etéreo (DAEE), fibra em detergente neutro (DAFDN), carboidratos totais (DACHT), carboidratos não-fibrosos (DACNF) e teor de nutrientes digestíveis totais (NDT), de acordo com os níveis de xiquexique (XX) na dieta

Table 5 - Means, coefficient of variation (VC), regression equation (RE), coefficient of determination ( $R^2$ ) and probability (P) at linear effects (L) of apparent digestibility of dry matter (DMAD), organic matter (MOAD), crude protein (CPAD), ether extract (EEAD), neutral detergent fiber (NDFAD), total carbohydrates (TCHAD), nonfiber carbohydrates (NFCAD) and total digestible nutrients (TDN), according to columnar cactus levels in the diets

Item	Nível de xiquexique (%) Level of columnar cactus (%)					CV	ER RE	Probabilidade linear
	0	12,5	25	37,5	50			
DAMS (%) (DMAD)	65,07	64,46	58,62	59,02	61,26	10,66	$\hat{Y} = 61,69$	ns
DAMO (%) (MOAD)	68,08	67,68	63,40	63,50	66,68	8,57	$\hat{Y} = 65,87$	ns
DAPB (%) (CPAD)	59,88	59,67	53,13	54,70	58,99	15,55	$\hat{Y} = 57,27$	ns
DAEE (%) (EEAD)	89,70	85,12	84,76	74,57	86,99	9,61	$\hat{Y} = 84,23$	ns
DAFDN (%) (NDFAD)	57,60	55,59	47,15	48,63	50,85	17,29	$\hat{Y} = 51,96$	ns
DACHT (%) (TCHAD)	67,85	67,69	63,53	63,93	66,63	8,16	$\hat{Y} = 65,93$	ns
DACNF (%) (NFCAD)	89,14	89,92	90,41	86,62	86,90	2,67	1	0,05
NDT (%) (TDN)	66,76	65,12	60,62	59,45	61,86	8,34	2	0,05

$$1 - \hat{Y} = 0,9015 - 0,0006 \cdot XX$$

$$R^2 = 0,50$$

$$2 - \hat{Y} = 65,86 - 0,12 \cdot XX$$

$$R^2 = 0,63$$

O consumo de Ca aumentou e o de P diminuiu linearmente ( $P < 0,01$ ) com a inclusão de xiquexique na dieta, o que pode ser explicado pela alta porcentagem de Ca e pelo baixo teor de P nesta cactácea (Tabela 1). A relação de consumo de Ca e P observada variou de 0,87 a 4,19:1.

Os coeficientes das digestibilidades de matéria seca (DAMS), matéria orgânica (DAMO), proteína bruta (DAPB), extrato etéreo (DAEE), fibra em detergente neutro (DAFDN) e carboidratos totais (DACHT), expressos em %, não foram influenciados ( $P > 0,05$ ) pela inclusão de xiquexique na dieta (Tabela 5), o que pode ser explicado pelo equilíbrio dos teores de FDN e CNF da dieta, uma vez que, segundo Mertens (2001), as proporções de PB, EE e Cinzas são relativamente constantes em dietas para vacas leiteiras. Portanto, o equilíbrio é determinado pela fibra solúvel em detergente neutro ou pelos carboidratos não-fibrosos.

Apesar da alteração observada nas porcentagens de FDN (53,35 a 42,36%) e CNF (24,10 a 30,51%) da dieta (Tabela 3), os valores ficaram acima da recomendação mínima para FDN e abaixo da recomendação máxima para CNF segundo o NRC (2001), o que propiciou ao ambiente ruminal condições favoráveis de funcionamento (Van Soest et al., 1991; Allen, 1997). De modo geral, a não-significância dos coeficientes das digestibilidades, pode ser atribuída ao

efeito associativo dos ingredientes da dieta, justificando as ações progressivas das bactérias e protozoários na digestão ruminal e na produção final de ácidos graxos voláteis – metano, dióxido de carbono, amônia e células microbianas (Thomas & Rook, 1981).

Para a digestibilidade aparente de CNF, houve influência negativa ( $P < 0,05$ ) com a inclusão de xiquexique na dieta. No entanto, o comportamento verificado para DACNF neste estudo foi similar ao observado por Andrade et al. (2002), ao trabalharem com vacas holandesas, substituindo silagem de sorgo por palma forrageira. Esse comportamento, segundo os autores, parece estar mais relacionado à taxa de passagem. Por outro lado, essa queda na digestibilidade aparente dos CNF, poderá estar ligada à quantidade de minerais no xiquexique, sendo parte desses minerais incorporada aos CNF, uma vez que são calculados por diferença. Portanto, quando os minerais são ligados à parede celular, os CNF apresentam baixa solubilização, o que segundo Hall et al. (1999), deveria ser corrigido.

Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) dos níveis de xiquexique na dieta sobre a produção e composição do leite (Tabela 6), graças ao correto balanceamento dos teores de nutrientes das dietas experimentais. Observou-se concentrações de FDN superiores às recomendações do NRC (2001), justificando as produções de leite corrigido e as porcentagens de gordura obser-

Tabela 6 - Médias, coeficiente de variação (CV) e equação de regressão (ER) referentes à produção de leite (PL) e produção de leite corrigida a 4,0% de gordura (PLCG), teor de gordura do leite (G), proteína bruta (PB), lactose (LA), extrato seco total (EST), extrato seco desengordurado (ESD) e eficiência alimentar (EA), de acordo com os níveis de xiquexique na dieta

Table 6 - Means, coefficient of variation (VC) and regression equation (RE) for milk yield (MY) and milk yield corrected to 4% fat (FCM), milk fat, crude protein (CP), lactose (L), total solids (TS), solids non-fat (SNF) and feed efficiency (FE), according to columnar cactus levels in the diets

Item	Nível de xiquexique (%) Level of columnar cactus (%)					CV	ER RE
	0	12,5	25	37,5	50		
PL (kg/dia) (MY, kg/day)	14,34	14,80	15,26	14,89	14,72	9,14	$\hat{Y} = 14,80$
PLCG (kg/dia) (FCM, kg/day)	13,45	13,90	13,33	13,22	13,20	10,88	$\hat{Y} = 13,42$
G (%) (Fat, %)	3,59	3,63	3,09	3,13	3,18	14,65	$\hat{Y} = 3,32$
PB (%) (CP, %)	3,08	3,05	3,00	3,03	3,17	5,45	$\hat{Y} = 3,02$
LA (%) (L, %)	3,53	3,36	3,52	3,42	3,51	6,11	$\hat{Y} = 3,47$
EST (%) (TS, %)	11,33	11,48	10,45	10,95	10,89	5,85	$\hat{Y} = 11,02$
ESD (%) (SNF, %)	7,50	7,85	7,36	7,82	7,71	6,33	$\hat{Y} = 7,64$
EA (kg leite/kg MS) (FE, kg of milk/kg of DMI)	0,87	0,92	0,85	0,90	0,85	13,47	$\hat{Y} = 0,88$

vadas no leite (Mertens, 2001). Os valores obtidos para a composição química do leite neste experimento estão de acordo com os obtidos por Fonseca (1993), que afirmou que alguns constituintes do leite são encontrados nas mesmas proporções.

Apesar de não se ter avaliado estatisticamente, constatou-se variação positiva de peso vivo em todos tratamentos experimentais (0,46 kg/dia). Ressalta-se a não-ocorrência de diarreias nos animais com a inclusão dos níveis de xiquexique nos tratamentos experimentais, o que permitiu, numa escala de 1 a 5 pontos (Gottschall, 1999), nota 3,5 de escore de condição corporal nos animais, além de boa produção de leite com média de 14,80 kg de leite/dia.

Os custos das dietas na época da realização dessa pesquisa foram de R\$0,43; 0,55; 0,68; 0,81 e 0,93 por kg de MS, para T1; T2; T3; T4 e T5, respectivamente, ao mesmo tempo em que o kg de leite era vendido a R\$0,70. A relação custo:benefício de leite nos níveis de inclusão do xiquexique na dieta foram de 0,57:1, para o nível 0; 0,76:1, para o nível 12,5%; e de até 1,41:1, para 50% de inclusão. Portanto, recomenda-se a utilização dessa cactácea no manejo alimentar de vacas em lactação, principalmente em períodos de secas prolongadas, quando a falta de alimentos forrageiros é quase total.

### Conclusões

A inclusão de xiquexique em substituição à silagem de sorgo proporcionou consumo de nutrientes suficiente para atender às exigências dos animais para

produção de leite sem alteração na composição química. A digestibilidade aparente de CNF e de NDT reduziu com a inclusão de xiquexique na dieta.

### Literatura Citada

- ALBUQUERQUE, S.G. **O bioma caatinga representado na cultura popular nordestina**. Petrolina: EMBRAPA, 2001. 38p. (Documentos, 166).
- ANDRADE LIMA, D. *Cactaceae* de Pernambuco. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 9., São Paulo. **Anais...** São Paulo: DPA/Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo, 1965. v.2, p.1453-1458.
- ANDRADE, D.K.B.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C. 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.
- ALLEN, M. S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and requirement for physically effective fiber. In: SYMPOSIUM: Meeting the fiber in diets for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.7, p.1447-1462, 1997.
- BARBOSA, H.P. **Tabela de composição de alimentos do estado da Paraíba**. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 1997. 165p.
- BEN SALEM, H.; NEFZAQUI, A.; ABDOULI, H. et al. Effect of increasing level of spineless cactus (*Opuntia ficus indica* var. inermis) on intake and digestion by sheep given straw-based diets. **Animal Science**, v.62, p.293-299, 1996.
- BEHMER, M.L. A. **Lactínios, leite, manteiga, queijo, caseína e instalações**. 3.ed. São Paulo: Melhoramento, 1965. 294p.
- BERCHIELLI, T. T.; ANDRADE, P.; FURLAY, C. L. Avaliação de indicadores internos em ensaios de digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.830-833, 2000.
- DIAGNÓSTICO da bovinocultura leiteira do Rio Grande do Norte: **Relatório de Pesquisa**. Natal: SEBRAE-RN, 1998. 141p.



- FERNANDES SOBRINHO, M. **A comercialização do xiquexique em Jardim do Seridó-RN de 1979 a 1993**. Caicó: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 1994. 91p. Monografia (Bacharelado em História) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 1994.
- FONSECA, F.A. **Fisiologia da lactação**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1993. p.104-112.
- GERMANO, R.H.; BARBOSA, H.P.; COSTA, R.G. et al. Avaliação da composição química e mineral de seis cactáceas do semi-árido paraibano. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28., 1991, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1991. p.3.
- GOMES, R.P. **Forrageiras fartas na seca**. 4.ed. São Paulo: Nobel, 1977. 233p.
- GOTTSCHALL, C. Alimentação da vaca leiteira visando a máxima produção de leite e desempenho reprodutivo. **A Hora Veterinária**, ano 19, n.110, p.66-70, 1999.
- 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, p.2079-2086, 1999.
- Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. **Mapa de observações meteorológicas mensais**. Cruzeta: 2002. 12p.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3.ed. São Paulo, 1985. 533p.
- LIMA, G.F.C. **Forrageiras para a pecuária Norte-riograndense: pesquisas em pastagens desenvolvidas pela EMPARN**. 1985. Natal: EMPARN, 1985. 33p. (Documento, 15).
- LIMA, G.F.C.; MACIEL, F.C. **Fenação e ensilagem: Estratégias de armazenamento de forragens no Nordeste Brasileiro**. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 6., 1996, Natal. **Anais...** Natal: EMPARN, 1996. p.3-32.
- LIMA, G.F.C.; SILVA, J. G. M.; MACIEL, F. C. et al. Avaliação de cactáceas nativas e silagem de sorgo forrageiro como volumosos para bovinos em confinamento. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 6., 1996, Natal. **Anais...** Natal: EMPARN, 1996. p.200.
- LIMA, G.F.C. Alternativas de seleção e manejo de volumosos forrageiros para a atividade leiteira no Nordeste. In: SIMPÓSIO O AGRONEGÓCIO DO LEITE NO NORDESTE: alternativas tecnológicas e perspectivas de mercado, 1998, Natal. **Anais...** Natal: EMPARN/FIERN/SENAI, 1998. p.192.
- LIMA, M.A.; FRANÇA, M.P.; DIAS, F.M. et al. Emprego da associação palma forrageira e silagem de sorgo na alimentação de vacas holandesas em lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 22., 1985, Camboriú, **Anais...** Camboriú: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1985. p.133.
- LIMA, R.M.B. **Efeitos da substituição do milho por palma forrageira (Gigante e Miúda) sobre o comportamento ingestivo e respostas fisiológicas de vacas mestiças sob confinamento**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2002. 66 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2002.
- MALAVOLTA, E. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1989. 201p.
- MATTER, H.E. The utilization of *Opuntia* for nutrition of livestock. **Animal Research Development**, v.23, n.1, p.107-115, 1986.
- 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 holando-zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2128-2134, 2000.
- MEDEIROS, A.A.; VASCONCELOS, S.H.L.; BARBOSA, L. **Cactáceas: forrageiras para o semi-árido**. Natal: EMPARN, 1981. 28p.(Boletim técnico, 8).
- 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.118-219.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY, EVALUATION AND UTILIZATION. **Anais...** Madison: 1994. p.450-493.
- 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.
- MERTENS, D.R. FDN fisicamente efetivo e seu uso na formulação de dietas para vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BOVINOCULTURA DE LEITE: novos conceitos de nutrição, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001. p.38-49.
- MINSON, D. Forage in ruminant nutrition. In: MINSON, D. (Ed.) **Animal feeding and nutrition**. A series of monographs and treatises. San Diego: Academic Press, 1990. 483p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of the dairy cattle**. 6.ed. Washington, D.C.: 1989. 158p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of the dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: 2001. 363p.
- OLIVEIRA, E.R. Alternativas de alimentação para pecuária do semi-árido nordestino. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 6., 1996, Natal. **Anais...** Natal: EMPARN, 1996. p.127-147.
- PIRES, M.F.A.; CAMPOS, A.T.; FERREIRA, A.M. Importância do conforto, ambiente e instalações no manejo de matrizes leiteiras. In: SIMPÓSIO O AGRONEGÓCIO DO LEITE NO NORDESTE: alternativas tecnológicas e perspectivas de mercado. 1998, Natal. **Anais...** Natal: EMPARN/FIERN/SENAI, 1998. p.266-287.
- SAMPAIO, I.B.M. **Estatística aplicada à experimentação animal**. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 1998. 221p.
- SANTANA, O.P.; VIANA, S.P.; ESTIMA, A.L. et al. **Palma versus silagem na alimentação de vacas leiteiras**. Recife: IPA. 1970. 20p. (Boletim Técnico, 49).
- SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; FARIAS, I. et al. Estudo comparativo das cultivares de palma forrageira gigante, redonda (*Opuntia ficus indica* Mill.) e miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) na produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.19, n.6, p.504-511, 1990.
- 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, 1997. 23p. (Documentos, 25)
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos: (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 253p.

- SILVA, J.G.M. **Utilização de cactáceas nativas (*Cereus jamacaru* DC. e *Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. ex Rowl.) associadas à silagem de sorgo na alimentação de bovinos no Seridó Norte-rio-grandense.** Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1998. 88p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1998.
- SILVA, J.G.M.; LIMA, G.F.C.; PAZ, L.G. Degradabilidade *in situ* da matéria seca de cactáceas nativas, silagem de sorgo e concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG : Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. p.65.
- 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, p.3562-3577, 1992.
- SNIFFEN, C.J.; BEVER, R.W.; MOONEY, C.S. et al. Nutrient requirement versus supply in dairy cow: strategies to account for variability. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.10, p.3160-3178, 1993.
- THOMAS, P.C.; ROOK, J.A.F. Manipulation of rumen fermentation. In: HARESIGN, W.; COLE, D.J.A. (Eds.) **Recent developments in ruminant nutrition.** London: Butterworths, 1981. p.157-183.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. SAEG – **Sistema de análises estatísticas e genéticas.** Versão 8.0. Viçosa, MG: 1997. 150p. (Manual do usuário).
- VALADARES FILHO, S.C.; ROCHA JR., V.R.; CAPELLE, E.R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 297p.
- Van SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- 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.

Recebido em: 20/04/04

Aceito em: 23/02/05