

JOSÉ GERALDO MEDEIROS DA SILVA

Avaliação do Xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. ex Rowl.) em Diferentes Densidades de Plantio e Níveis de Substituição à Silagem de Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench.) na Alimentação de Vacas Leiteiras

UFRPE - Recife

Fevereiro, 2004

JOSÉ GERALDO MEDEIROS DA SILVA

Avaliação do Xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. ex Rowl.) em Diferentes Densidades de Plantio e Níveis de Substituição à Silagem de Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench.) na Alimentação de Vacas Leiteiras

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

Orientador: Divan Soares da Silva, D. Sc.

Conselheiros: Guilherme Ferreira da C. Lima, Ph.D
Marcelo de Andrade Ferreira, D. Sc.

UFRPE - RECIFE

Fevereiro, 2004

Avaliação do Xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. ex Rowl.) em Diferentes Densidades de Plantio e Níveis de Substituição à Silagem de Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench.) na Alimentação de Vacas Leiteiras

JOSÉ GERALDO MEDEIROS DA SILVA

Tese defendida e aprovada em 26/02/2004.

Banca Examinadora:

Orientador: _____
Prof. Divan Soares da Silva, D. Sc.

Examinadores: _____
Prof. Alexandre Carneiro Leão de Melo, D.Sc.

Prof^a. Antônia Sherlânea Chaves Veras, D.Sc.

Prof. Marcelo de Andrade Ferreira, D. Sc.

Prof^a. Patrícia Mendes Guimarães Beelen, D.Sc.

RECIFE - PE
FEVEREIRO, 2004

BIOGRAFIA

JOSÉ GERALDO MEDEIROS DA SILVA, filho de Geraldo Alves da Silva e Maria José Medeiros da Silva, nasceu em Jardim do Seridó, Estado do Rio Grande do Norte, aos 27 de junho de 1960. Em agosto de 1985, graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Em maio de 1986, foi contratado pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte, onde exerce a função de Pesquisador. Em novembro de 1998, obteve o título de Mestre em Produção Animal, na área de Forragicultura, pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. Em março de 2000, iniciou o Curso de Doutorado em Zootecnia, na Universidade Federal Rural de Pernambuco, na área de Forragicultura, defendendo tese em 26 de fevereiro de 2004.

A Chico Louro, in *memorian*, meu avô materno, pela lembrança constante da queima dos espinhos para o gado na fazenda Currais em Cruzeta/RN.

Aos meus pais, Geraldo Alves e Maria José, pelo exemplo de vida.

Aos meus irmãos, Vilma, Gracinha, Vânia, João Bôsko (*in memoriam*), Maria Helena e Geraldo Júnior, pelo amor fraternal.

À Joalda, minha esposa, companheira de todas as horas, que, sem seu apoio, este trabalho não se realizaria.

À Geraldo Neto, Gustavo José e Safira Yara, meus filhos, razão maior da minha felicidade.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, que me deu forças para ser superior aos momentos difíceis e alcançar o objetivo pretendido, este trabalho.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte-S/A. (EMPARN), pela liberação e indispensável apoio institucional na condução dessa pesquisa.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), através do corpo docente, pelos conhecimentos adquiridos e bom convívio profissional.

À Universidade Federal da Paraíba (UFPB), através do corpo docente, pelos conhecimentos adquiridos e pela receptividade durante o curso.

À Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), através do Laboratório de Nutrição Animal, onde a maior parte das análises químicas foram realizadas.

Ao professor Divan Soares da Silva, pela amizade, profissionalismo e otimismo, em acompanhar a orientação dessa pesquisa

Ao pesquisador Guilherme Ferreira da Costa Lima, pela amizade, pelos conselhos profissionais e a determinação de apoio a continuidade dessa pesquisa.

Ao professor Luiz Gonzaga da Paz, pela amizade e orientação no início desta pesquisa, não esquecendo seu profissionalismo na transferência da orientação.

Ao professor Francisco Fernando Ramos de Carvalho, pela amizade e apoio recebidos no meu ingresso no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia.

Ao professor Marcelo de Andrade Ferreira, pelo apoio incondicional e inúmeras contribuições, desde as avaliações dos seminários, ao planejamento, execução e análises estatísticas do experimento na área nutricional.

À professora Antônia Sherlânea Chaves Veras, pela sensibilidade, confiança e ética profissional nas contribuições da minha qualificação, além do seu reconhecido desempenho na coordenação do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia.

Aos professores Ariosvaldo Nunes de Medeiros e José Morais Pereira Filho, pelas valiosas contribuições na minha qualificação e apoio recebidos nesta pesquisa.

Ao professor Walter Esfrain Pereira, pela enriquecedora consultoria estatística no experimento agrônomo.

Ao pesquisador Severino Gonzaga de Albuquerque, pelas cartas recebidas apoiando esta pesquisa.

Aos professores Sebastião de Campos Valadares Filho, José Maurício e Alberto Costa Neves, pela amizade e exemplo de treinamento durante este curso.

Ao Professor Marcus César Montenegro Diniz, pela sua valiosa discussão e consultoria, na construção desta pesquisa.

À Airon Aparecido Silva de Melo, colega exemplar, pela amizade, profissionalismo e decisiva contribuição na área nutricional.

À Terezinha Domiciano Dantas Martins, pela amizade e companheirismo com que conduzimos o curso.

À Maria dos Prazeres C. Cavalcanti, pela amizade e incentivo durante minha permanência em Recife.

Aos colegas do programa, em especial, a Emerson, Dantas, José Nilton, Régis, Elísia, Mônica, Almir, Edmar, Gladston, Glessner e Karla pela amizade e responsabilidade com que contribuimos para o doutorado.

Aos colegas Emparnianos, em especial, a Márcio, Raimundo, Newton, Manoel, Hidelbrano, Walter, Paulo, João Paulino e Egídio, pelo entusiasmo e dedicação nos experimentos.

Ao Departamento de Recursos Humanos (DRH) da EMPARN, através de Judith, Mariana e Rosildo, pela sensibilidade durante o treinamento.

Às zootecnistas Merilândia Vieira Figueiredo e Luciana Riu Ubach C. Garcia, pelas contribuições nas análises laboratoriais de digestibilidade e serviço computacional, respectivamente.

Aos laboratoristas, Jerônimo Galdino, José Azevedo, Cristina, Tarcísio e Omer, pelas contribuições das análises químicas.

Aos secretários de Departamentos do Programa, Nicácio (UFRPE) e Graça (UFPB), pelo apoio dispensado durante o curso.

Às bibliotecárias da UFRPE, Suely Manzzi e Waldetrudes Pinto, pela maneira atenciosa prestada durante o treinamento.

Às servidoras de Departamentos do Programa, Cristina (UFRPE) e Cármen (UFPB), pela presteza dispensada durante o curso.

Ao amigo José da Noite de Medeiros, pelo estímulo e empréstimo de materiais sobre as cactáceas para esta pesquisa.

À Césio Pereira, pelo profissionalismo nas fotos apresentadas para os seminários desse curso.

À Leonardo Morais de Almeida, pelas decisiva ajuda no sistema de informática.

A todos os que não foram citados nominalmente, e que muito contribuíram para realização deste.

SUMÁRIO

	Página
INTRODUÇÃO.....	11
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21
CAPÍTULO 1 - Características Morfológicas e Produção de Matéria Seca do Xiquexique (<i>Pilosocereus gounellei</i> (A. Weber ex K. Schum.) Bly. ex Rowl.) Cultivado em Diferentes Densidades de plantio.....	24
1 Resumo.....	24
2 Abstract.....	25
3 Introdução.....	26
4 Material e Métodos.....	32
5 Resultados e Discussão.....	36
6 Conclusões.....	45
7 Literatura Citada.....	46
CAPÍTULO 2 - Xiquexique (<i>Pilosocereus gounellei</i> (A. Weber ex K. Schum.) Bly. ex Rowl.) em Substituição à Silagem de Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i> L. Moench) na Alimentação de Vacas Leiteiras	49

1	Resumo.....	49
2	Abstract.....	50
3	Introdução.....	51
4	Material e Métodos.....	57
5	Resultados e Discussão.....	61
6	Conclusões.....	68
7	Literatura Citada.....	69

Catálogo na Fonte
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central – UFRPE

S586a Silva, José Geraldo Medeiros da
Avaliação do xiquexique (*Pilosocereus gounellei*
(A. Weber ex K. Schum.) Bly. ex Rowl.) em diferentes
densidades de plantio e níveis de substituição à silagem
de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench.) na alimentação
de vacas leiteiras / José Geraldo Medeiros da Silva. - 2004.
72f. : il.

Orientador: Divan Soares da Silva
Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal
Rural de Pernambuco. Departamento de Zootecnia.
Programa Integrado UFRPE / UFPB / UFC.
Bibliografia.

CDD 633.2

1. Sorgo
2. Silagem
3. Xiquexique
4. Produção de leite
5. Semi-árido
6. Consumo
7. *Pilosocereus*
8. Forragicultura
9. Plantio
10. Brotação
11. Cacto colunar
- I. Silva, Divan Soares da
- II. Título

INTRODUÇÃO

A maioria dos sistemas de produção animal nos trópicos tem baixa produtividade devido a limitação em qualidade e disponibilidade dos alimentos, principalmente em áreas susceptíveis à seca, onde o setor pecuário sofre regularmente grandes perdas (TEGEGNE, 2002). O sistema de produção pecuária do Nordeste brasileiro em grandes extensões do semi-árido tem como principal suporte forrageiro a vegetação nativa da caatinga, que apresenta limitações com relação a sazonalidade na oferta de forragem. Nesse sentido, as pesquisas com forrageiras nativas para produção de ruminantes nessa área, devem priorizar a inserção das técnicas de manejo testadas, contribuindo para preservação do equilíbrio solo/planta/animal.

O semi-árido brasileiro possui uma área de aproximadamente 900.000 km², com a vegetação nativa rica em espécies forrageiras nos seus três estratos: arbóreo, arbustivo e herbáceo (ARAÚJO FILHO et al., 1995). Essa vegetação, que recebe o nome de caatinga, é talvez a formação vegetal que mais se destaca em importância ecológica, social e econômica, em razão de sua extensão, população agregada e possibilidade de múltiplos usos (RODRIGUES, 1998); todavia, devido a

restrições físicas e bióticas, os tipos vegetacionais dessa região apresentam variabilidade temporal e espacial e baixa produtividade tanto do ponto de vista qualitativo como quantitativo. Além disso, a fragilidade dos ecossistemas do semi-árido torna a vegetação nativa altamente vulnerável, requerendo que técnicas e práticas de manejo sejam conduzidas em bases sustentáveis.

A ação do homem sobre os ecossistemas do semi-árido nordestino acontece, basicamente através da exploração de três atividades: agricultura, pecuária e extração de madeira (ARAÚJO FILHO et al., 1995). Atualmente, pratica-se ainda a agricultura de subsistência com uso de queimadas. A pecuária extensiva é responsabilizada pela degradação, principalmente do estrato herbáceo e a extração de madeira para fins industriais, produção de lenha e carvão numa ação devastadora da vegetação lenhosa. O resultado da conjugação desses três tipos de exploração é que mais de 80% da caatinga são ocupadas por vegetação sucessiva, das quais cerca de 40% são mantidas em estado pioneiro e a desertificação já alcança 15% da região da caatinga, em alguns estados do Nordeste.

Sistemas de produção praticados atualmente em regiões semi-áridas, como é o caso da região semi-árida do norte do México, destroem a vegetação e aceleram o processo de desertificação, representando um sério risco para a flora e fauna nativa (LÓPEZ-GARCIA et al., 2002). Para os referidos autores, é importante implantar projetos de reflorestamento que incluam gêneros nativos, como a *Opuntia*, *Agave*, *Prosopis*, *Acácia*, *Mimosa* e outras.

Mcneely (2003) relatou que deve-se dar mais atenção à restauração de

ecossistemas degradados. Muitas regiões áridas foram tão degradadas pela atividade humana, que não são mais produtivas como deveriam; no entanto, muitas dessas áreas poderiam retornar a níveis mais produtivos, habilitando-as para suportar importantes recursos biológicos e pressionar outras áreas importantes para conservação. Segundo o mesmo autor, uma parte desse desafio de restauração ecológica é a reintrodução de espécies que têm sido extirpadas dirigindo-as para seu local de extinção.

Segundo Barbera citado por Ben Salem e Nefzaoui (2002), o futuro das regiões áridas e semi-áridas do mundo depende do desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis e do cultivo de culturas apropriadas. Ressaltaram os autores, que culturas apropriadas para essas áreas precisam resistir à seca, a altas temperaturas e baixa fertilidade do solo.

Darkoh (2003) relatou que é necessário avaliar os potenciais agrícolas de ambientes semi-áridos e desenvolver políticas ou programas agrícolas específicos para aumentar sua utilização sustentável e conservação da biodiversidade. Nesse sentido, Dahlberg (2000) comentou que teorias emergentes enfatizam a diversidade temporal e espacial do ambiente, e estão freqüentemente em acordo com as oportunidades locais e estratégias de manejo de regiões áridas.

Para Vasconcelos Sobrinho (1971), um dos grandes desafios para a exploração pecuária da caatinga sertaneja, é a definição de um manejo que ao mesmo tempo possibilite um tipo de criação lucrativa, com condições de manutenção do homem na terra, impedindo o êxodo rural sem, no entanto, desequilibrar o meio a um nível de riscos de desertificação.

Na região semi-árida do Nordeste brasileiro, a morte de arbustos e árvores durante uma seca prolongada, tem contribuído muito para reacender a polêmica da degradação da caatinga, assim como, de outros biomas (ALBUQUERQUE, 2001); contudo, numa seca prolongada, não são as cactáceas e as bromeliáceas que morrem, e sim, os arbustos em grande escala e as árvores em menor escala.

Segundo Araújo Filho et al. (1995), pesquisas têm revelado que mais de 70% das espécies botânicas da caatinga participam significativamente da composição da dieta dos ruminantes domésticos; e em termos de grupos de espécies botânicas, as gramíneas e dicotiledôneas herbáceas perfazem acima de 80% da dieta dos ruminantes, durante o período chuvoso. Em caatinga típica do Seridó Potiguar, Lima et al.(1988), avaliaram o potencial quantitativo e qualitativo da fitomassa disponível, onde constataram que a disponibilidade máxima ocorreu no mês de abril, com média de 1.428 kg de matéria seca por hectare (kg/MS/ha) e mínima em dezembro, com 375 kg/MS/ha, com contribuições de 74% a 87% do estrato herbáceo e 13% a 26% do estrato arbustivo. Nessa caatinga, as espécies que se destacaram com maiores participações foram a erva-de-ovelha (*Stylosanthes humilis* H. B. K.) e o capim panasco (*Aristida setifolia* H. B. K.) entre as herbáceas, e a jurema preta (*Mimosa* sp) e o pereiro (*Aspydosperma piryfolium* Mart.) entre os arbustos.

A caatinga nativa do Nordeste brasileiro, de predominância arbórea-arbustiva propicia índices de desempenho animal muito baixo (ARAÚJO FILHO,1990). Em anos de pluviosidades normais são necessários de 1,3 a 1,5 ha para criar um ovino ou um caprino, e 10 a 12 ha para criar um bovino durante um ano; todavia,

verifica-se um decréscimo de até 70% na produção animal da caatinga nativa, durante anos de seca. Quando a seca é drástica (precipitação pluviométrica abaixo de 100 mm/ano), o rebanho sofre perdas consideráveis e o criador lança mão de cactáceas e outras espécies resistentes à seca para garantir a sobrevivência dos animais (ARAÚJO FILHO e SILVA, 1994).

Segundo Silva (1998), na região Seridó Norte-rio-grandense em épocas de secas prolongadas, as cactáceas nativas, particularmente o xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Byl. ex Rowl) e o mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.) ao lado de poucas espécies botânicas da caatinga, têm sido utilizadas como a sustentação na alimentação dos ruminantes. Ressaltou ainda o autor, que apesar dessas forrageiras serem utilizadas nas regiões semi-áridas do Nordeste como última reserva alimentar e de água para os animais, incrementos na produção animal poderão ser alcançados se associadas a outras fontes de nutrientes.

Taylor (1966) apresentou o xiquexique pelo Index Kewensis com o nome de *Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Byl. ex Rowl. O xiquexique conforme Taylor e Zappi (2002), na distribuição das espécies de cactáceas na caatinga, foi classificado como espécie exclusiva da caatinga, com ampla distribuição geográfica. Andrade-Lima (1965) e Gomes (1977), relataram que o xiquexique desenvolve-se muito bem nas áreas mais secas da região semi-árida nordestina; cresce em solos rasos, em cima de rochas e se multiplica regularmente cobrindo extensas áreas. Sua distribuição ocorre principalmente nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Bahia.

Rizzini (1992) relatou que as cactáceas desempenham a importante função de reter água. Ao contrário do que ocorre nas demais plantas verdes, os estômatos das cactáceas fecham-se durante o dia, quando a evaporação é intensa, e permanecem abertos à noite, quando é baixa a capacidade evaporante do ar. Suas raízes, segundo Medeiros et al. (1981), formam uma rede capilar com grande poder de sucção, permitindo a absorção da menor quantidade d'água existente no solo. Por outro lado, Rizzini (1992) comentou que, após pesquisa examinada por microscopia eletrônica na subestrutura dos espinhos em algumas espécies de cactáceas, foi observado nas porosidades dos espinhos, deslocamento d'água dos mesmos, para a parte central do vegetal. Segundo o referido autor, é provável que os espinhos integrem parte do aparelho de renovação do suprimento hídrico dessas plantas.

O sucesso ecológico e agrônômico de cactáceas em ambientes semi-áridos depende de várias características adaptativas, como a suculência do caule e absorção noturna de carbono (NOBEL, 1988; NOBEL, 1995). Isso permite as cactáceas tolerarem secas, prolongando o ganho de carbono durante períodos em solos com baixa disponibilidade hídrica com o caule suculento agindo como importante mecanismo para manter a turgescência das células e papel fotossintético (NILSEN et al., 1989; NOBEL, 1995).

O conhecimento da ecologia da população de cactáceas é ainda incipiente, pouco socializado e a informação disponível é ainda muito limitada (GODINEZ-ALVAREZ et al., 2003). Segundo os mencionados autores, a habilidade para preservar um grande número de cactáceas que estão ameaçadas atualmente,

depende da capacidade de aprofundar o conhecimento ecológico nos seus processos populacionais.

Faria e Mello (citados por MEDEIROS et al., 1981), relataram que o xiquexique apresenta crescimento lento, e o intervalo de corte situa-se de 8 a 10 anos. Nesse sentido, o lento crescimento das cactáceas nativas, associado à falta de uma política voltada para o cultivo dessas espécies, têm acelerado a extinção deste valioso suporte alimentar de convivência com o fenômeno das secas, que segundo Duque (1980), demorou milênios para adaptar-se à região Nordeste.

A riqueza d'água das cactáceas forrageiras tem sido reconhecida de grande importância para as regiões semi-áridas (MATTER, 1986; BEN SALEM et al., 1996). Nesse sentido, Oliveira (1996) relatou que, devido às incertezas climáticas e o fenômeno das secas periódicas que ocorrem no Nordeste do Brasil, as cactáceas, graças às suas características fisiológicas de economia e uso da água, representam uma fonte de suprimento de água e uma alternativa alimentar para os rebanhos do semi-árido nordestino.

Santos et al. (1997), afirmaram que as palmas forrageiras (*Opuntia ficus indica* Mill e *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) constituem-se numa das principais forrageiras para o gado leiteiro, na época seca. Segundo os autores, essas forrageiras que contêm em média 90% de água, representam para o semi-árido nordestino, uma valiosa contribuição no suprimento desse líquido para os animais, e como alternativa alimentar devem ser fornecidas associada a outros alimentos como feno, silagem, palhada de sorgo, de milho, de feijão ou capim seco, com o propósito de aumentar o consumo de matéria seca pelo animal e corrigir as

diarréias que podem advir quando fornecidas exclusivamente.

Diversas pesquisas têm sido conduzidas com as espécies de palmas forrageiras dos gêneros *Opuntia* e *Nopalea* no Nordeste do Brasil, abrangendo seus aspectos agrônômicos e nutricionais (SANTOS et al., 1997); no entanto, nas regiões onde o cultivo das mesmas apresenta seus rendimentos muito baixos, como é na região Seridó Potiguar (MEDEIROS et al., 1981; LIMA, 1985), as cactáceas nativas se sobressaem em relação a essas espécies forrageiras.

Com relação às cactáceas nativas xiquexique e mandacaru, Lima (1998) afirmou que se pode destacar a ampla utilização dessas espécies como volumosos estratégicos nos períodos de secas prolongadas. Entretanto, essas forrageiras apresentam como limitações, o lento crescimento e alto custo da mão-de-obra no processamento com o corte da planta, queima dos espinhos e trituração do material forrageiro.

Lima et al. (1996) e Silva (1998), em estudos realizados com as raças Pardo suíça, Gir e Guzerá, utilizando 50% e 75% da matéria seca (MS) de xiquexique ou mandacaru em associação à silagem de sorgo forrageiro na engorda de novilhas em regime de confinamento, obtiveram bom desempenho animal com essas espécies forrageiras, embora, apontem para a necessidade de estudos complementares na área agrônômica e nutricional, agregados à pesquisas de viabilidade econômica.

A queima dos espinhos das cactáceas nativas para o consumo animal segundo Andrade-Lima (1965), sempre foi necessária, embora no passado, de forma tradicional, ou seja, utilizando a fogueira na caatinga. Nos últimos anos, os

criadores adotaram um novo sistema de queima dos espinhos das cactáceas nativas, o lança-chamas a gás butano (FERNANDES-SOBRINHO,1994). Em Jardim do Seridó-RN, no período de 1979 a 1993, o xiquexique utilizado com os espinhos queimados no lança-chamas a gás butano, foi o alimento responsável pela sobrevivência de todo o rebanho.

A região Seridó Norte-rio-grandense tem a bovinocultura de leite como principal atividade econômica, sendo considerada uma das maiores bacias leiteiras do Estado. Apesar dessa importância, o manejo alimentar dos rebanhos é deficitário, em função da baixa disponibilidade de pastagens cultivadas, da baixa capacidade de suporte dos pastos nativos, da sazonalidade na produção forrageira e da ausência de tradição na utilização de práticas de armazenamento de forragem. Diante desse panorama, o xiquexique tem representado através dos tempos, uma alternativa alimentar estratégica nas dietas dos rebanhos leiteiros dessa região; no entanto, essa cactácea tem sido utilizada sem um conhecimento aprofundado de seu valor nutritivo, nem informações de pesquisa sobre avaliações na definição de um manejo sustentável da espécie como: altura e idade de corte, técnicas de plantio e densidade, consumo animal, produção de MS/ha, entre outros.

O presente trabalho foi conduzido com dois experimentos objetivando:

- avaliar os efeitos das densidades 2000; 4000; 6667; 8333 e 10000 plantas/ha sobre o índice de sobrevivência (SOB), comprimento e diâmetro do caule principal (CCP; DCP), comprimento e diâmetro dos brotos basais (CBB; DBB), comprimento e diâmetro dos brotos axilares (CBA; DBA), número de brotos

basais por hectare, número de brotos axilares por hectare, produção de matéria verde dos brotos totais por hectare (PMVBT/ha), produção de matéria verde do caule principal por hectare (PMVCP/ha), produção de matéria seca por hectare (PMS/ha) e a estimativa dos custos de implantação e colheita do xiquexique em condições cultivadas; e,

- avaliar os efeitos dos níveis de xiquexique sobre os consumos e as digestibilidades aparentes de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos totais (CHT), carboidratos-não-fibrosos (CNF), extrato etéreo (EE); os consumos de nutrientes digestíveis totais (NDT), cálcio (Ca) e fósforo (P); produção e composição química do leite; eficiência alimentar e a relação custo : benefício de leite em vacas Pardo suíças em lactação, alimentadas com dietas contendo 0; 12,5%; 25%; 37,5% e 50% de xiquexique, em substituição à silagem de sorgo forrageiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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 : Departamento de Produção Animal, 1965. v.2, p.1453 -1458.

ARAÚJO FILHO, J. A. Manipulação da vegetação lenhosa da caatinga para fins pastoris. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 3., 1990. João Pessoa. **Anais...** João Pessoa : CCA/UFPB, 1990. p.80 – 91.

ARAÚJO FILHO, J. A.; SILVA, N. L. Alternativas para aumento da produção de forragem em caatinga. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 5., 1994. Salvador. **Anais...** Salvador : SNPA, 1994. p.121 – 133.

ARAÚJO FILHO, J. A. Pastagens no semi-árido : pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA 32., 1995, Brasília, DF. **Anais...** Brasília : SBZ, 1995. p.61 – 75.

BEN SALEM, 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**, Haddington, v.62, p.293-299, 1996.

BEN SALEM, H. ; NEFZAOU, A. *Opuntia* ssp. – a Strategic Fodder and Efficient Tool to Combat Desertification in the Wana Region. In: MONDRAGON-JACOBO, C.; PÉREZ-GONZALÉZ, S. E. (Ed.) **Cactus (Opuntia Spp.) as forage**. n.169. Roma: FAO, 2002. p.73-90.

DAHLBERG, A. C. Vegetation diversity and change in relation to land use, soil and rainfall – a case study from North-East District, Botswana. **Journal of Arid Environments**, London, v. 44, p.19-40. 2000.

DARKOH, M. B. K. Regional perspectives on agriculture and biodiversity in the drylands of Africa. **Journal of Arid Environments**. London, V.54, p.261-279, 2003.

DUQUE, J. G. **O Nordeste e as lavouras xerófilas**. 3.ed. Mossoró: ESAM, 1980. 316p. (Coleção Mossoroense, 143).

FERNANDES-SOBRINHO, M. **A comercialização do xiquexique em Jardim do Seridó-RN de 1979 a 1993**. 1994. 91f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em História) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Caicó.

GODINEZ-ALVAREZ, H. ; VALVERDE, T. ; ORTEGA-BAES, P. Demographic trends in the Cactaceae. **Botanical Review**, Bronsc, v.69, n.2, p.173-203, 2003.

GOMES, R. P. **FORAGEIRAS FARTAS NA SECA**. 4. ed. São Paulo : Nobel, 1977. 233p.

LIMA, G. F. C. **Forrageiras para a pecuária Norte-rio-grandense**: pesquisas em pastagens desenvolvidas pela EMPARN. 1985. Natal : EMPARN, 1985. 33p. (Documento, 15).

LIMA, G. F. C. et al. Variação estacional quantitativa e qualitativa da fitomassa disponível em uma caatinga típica do Seridó potiguar. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 2., 1988, Natal. **Anais...** Natal : EMPARN, 1988. p.248.

LIMA, G. 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.

LÓPEZ-GARCIA, J. J. ; FUENTES-RODRIGUEZ, J.M. ; RODRIGUEZ, R. A. Production and use of Opuntia as Forage in Northern Mexico. In: MONDRAGON-JACOBO, C.; PÉREZ-GONZALÉZ, S. E. (Ed.) **Cactus (Opuntia Spp.) as forage**. Roma: FAO, 2002. p.29-36.

MCNEELY, J. A. Biodiversity in arid regions: values and perceptions. **Journal of Arid Environments**, London, v.54, p.61-70, 2003.

MATTER, H. E. The utilization of Opuntia for nutrition of Livestock. **Animal Research Development**, Tubingen, v.23. n.1, p.107-115, 1986.

MEDEIROS, A. A. de; VASCONCELOS, S. H. L.; BARBOSA, L. **Cactáceas**: forrageiras para o semi-árido. Natal : EMPARN, 1981. 28p.(Boletim técnico,8).

- NILSEN, E. ; MEINZER, F. C. ; RUNDEL, P. W. Stem photosynthesis in *Psoralea argophylla* (smoke tree) in the Sonoran Desert of California. *Oecologia*, v.79, p.193-197, 1989.
- NOBEL, P. S. Environmental biology of agaves and cacti. New York: Cambridge University Press, 1988. 270p.
- NOBEL, P. S. Environmental biology. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; PIMIENBARRIOS, E.(Ed.) **Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear**. Roma: FAO, 1995. p.36-48.
- OLIVEIRA, E. R. Alternativas de alimentação para pecuária do semi-árido nordestino. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 6., Natal, 1996. **Anais...** Natal, EMPARN, 1996. p.127-147.
- RIZZINI, C. T. Cactáceas: os segredos da sobrevivência. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, p.62 – 72, 1992. Edição especial.
- RODRIGUES, A. Importância da caprinocultura leiteira para o Nordeste. In: SIMPÓSIO O AGRONEGÓCIO DO LEITE NO NORDESTE: ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS E PERSPECTIVAS DE MERCADO. 1998, Natal. **Anais...** Natal : EMPARN/FIERN/SENAI, 1998. p.141-154.
- SANTOS, D. C. 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, 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**. 1998. 88 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1998.
- TAYLOR, G. Index Kewensis: Plantarum Phanerogamarum, supplementum Tertium decimum. Bentham-Moxon Trustees: Londini et Novi Eboraci, 1966. p. 104. *Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. ex Rowl.
- TAYLOR, N. P ; ZAPPI, D. C. Distribuição das espécies de cactaceae na caatinga. In: SAMPAIO, E. V. S. B. et al. (Ed.) **Vegetação e flora da caatinga**. Recife : Associação Plantas do Nordeste – APNE, 2002. p.123-125.
- TEGEGNE, F. Nutritional Value of *Opuntia ficus-indica* as a Ruminant Feed in Ethiopia. In: MONDRAGON-JACOBO, C.; PÉREZ-GONZALÉZ, S. E. (Ed.) **Cactus (*Opuntia* Spp.) as forage**. Roma: FAO, 2002. p.91-99.
- VASCONCELOS SOBRINHO, J. O grande deserto central brasileiro. In: _____. **As regiões naturais do Nordeste, o meio e a civilização**. Recife: CONDEPE, 1971. p.151-160.

CAPÍTULO 1

Características Morfológicas e Produção de Matéria Seca do Xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. ex Rowl.) Cultivado em Diferentes Densidades de Plantio

RESUMO – O objetivo da pesquisa foi avaliar a produção de matéria seca e características morfológicas do xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. ex Rowl.) cultivado em cinco densidades populacionais: 2000; 4000; 6667; 8333 e 10000 plantas/ha. O plantio foi por estaquia no sentido vertical. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, sendo cinco densidades populacionais e quatro repetições. O índice de sobrevivência (SOB) diminuiu linearmente com as maiores densidades de plantas, sendo 95,85 % para a menor e 80,00 % para a maior. O número de brotos basais e axilares aumentou linearmente em função da maior densidade de plantas, variando de 1416 para 8083 brotos basais e 4250 para 14500 brotos axilares. O comprimento e o diâmetro do caule principal (CCP; DCP) diminuíram linearmente da menor para a maior densidade populacional, sendo de 51,20 cm para 40,55 cm (CCP) e 4,56 cm para 4,21 cm (DCP). Não houve influência da densidade sobre o diâmetro dos brotos basais (DBB), diâmetro dos brotos axilares (DBA) e comprimento dos brotos axilares (CBA), cujos valores médios foram: 3,78 cm (DBB); 4,00 cm (DBA) e 25,83 cm (CBA). A produção de matéria seca (PMS) aumentou linearmente com as maiores densidades populacionais, produzindo 424,48 kg/MS/ha para a menor densidade, e 1120,57 kg/MS/ha para a maior densidade, durante 6,5 anos. As densidades de plantio influenciaram as características morfológicas e produtivas do xiquexique.

Palavras-chave: brotação, diâmetro, caule suculento, cactácea

Morphological Characteristics and Dry Matter Production of a Columnar Cactus (*Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. ex Rowl.) Cultivated under Different Densities

ABSTRACT - The aim of this study was to evaluate the dry matter production and morphological characteristics of a columnar cactus named xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. ex Rowl.) under cultivated conditions at 2,000; 4,000; 6,667; 8,333 and 10,000 plants per hectare. The stem cuttings were planted in the vertical position. The experiment design consisted of random blocks with five treatments and four replications. The survival rate (SR) decreased linearly from higher density to lower density (95.85 % and 80.00 %, respectively). The number of base branches (BB) and lateral branches (LB) increased linearly from lower density to higher density, 1,416 to 8,083 (BB) and 4,250 to 14,500 (LB) respectively. The length and diameter of the main stem (MSL; MSD) decreased linearly from lower density to higher density, 51.20 cm to 40.55 cm (MSL) and 4.56 cm to 4.21 cm (MSD). The base branch diameters (BBD), lateral branch diameters (LBD), and lateral branch lengths (LBL) were not affected by plant density, where these values averaged 3.78 cm (BBD), 4.00 cm (LBD) and 25.83 cm (LBL). Dry matter production (DMP) increased linearly from lower density to higher density, 424.48 kg/DM/ha and 1120.57 kg/DM/ha, respectively, during 6.5 years. The densities of cultivated columnar cactus affected its morphological characteristics and its production.

Key words: budding, diameter, succulent stem, cactus

Introdução

O sistema de produção pecuária do Nordeste semi-árido, tem como principal suporte forrageiro a vegetação nativa da caatinga, que apresenta limitações com relação a biodisponibilidade sazonal de forragem. A vegetação tipo caatinga cobre a maior parte da área com clima semi-árido do Nordeste do Brasil (Rodal & Sampaio, 2002). Naturalmente, nessa área, as plantas não têm características uniformes, mas cada uma de suas características e as dos fatores ambientais que afetam essas plantas, são distribuídos de tal modo que suas áreas de ocorrência têm um grau de sobreposição razoável.

As plantas da caatinga contêm folhas miúdas e hastes espinhentas, adaptadas para conter os efeitos de evapotranspiração intensa, caducifólia em sua maioria, cinza-calcinada nos meses secos e verde nos meses chuvosos, com algumas intrusões de pleno xerofilismo, representado por diversas espécies de cactáceas nativas (Ab'Sáber, 1992).

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. Em levantamento envolvendo 28 espécies de cactáceas em Pernambuco, constatou-se que os pecuaristas nordestinos buscavam em algumas espécies de cactáceas nativas, alimento para os rebanhos, nos períodos de secas prolongadas. Entre as espécies utilizadas, foram destacados o mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), o xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. ex Rowl.), o facheiro (*Pilosocereus piauhyensis* (Gurke) Bly. ex Rowl.), a palmatória (*Opuntia palmadora* Br. et R.) e a coroa-de-frade (*Melocactus bahiensis* (Br. et R.) Werd.).

Na distribuição das espécies de cactáceas na caatinga, Taylor & Zappi (2002) classificaram o xiquexique como espécie exclusiva da caatinga, com ampla distribuição geográfica. Segundo Gomes (1977), o xiquexique desenvolve-se muito bem nas áreas mais secas da região semi-árida nordestina. Cresce em solos rasos, em cima de rochas e se multiplica regularmente cobrindo extensas áreas. Sua distribuição ocorre principalmente nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Bahia.

Para Andrade-Lima (1989), o xiquexique, também chamado alastrado, é uma cactácea de porte baixo a médio, que se ramifica bem próximo à base ou, algumas vezes, de 0,5 a 1,0 m do solo, quando em área de melhores condições. Apresenta-se como um candelabro baixo, em que os brotos primários tomam inicialmente uma forma em posição horizontal para, em seguida, erguerem-se quase verticalmente. Em média 10 a 13 linhas de espinhos formam as costelas, que são terminais do caule.

As características reprodutivas do gênero *Pilosocereus*, são muito homogêneas, apresentando a mesma estratégia de polinização, em todas suas espécies (Zappi, 1989). Como ocorre em outros gêneros, Medeiros et al. (1981) relataram que o gênero *Pilosocereus* se propaga com facilidade, através de reprodução agâmica.

Altesor & Ezcurra (2003), afirmaram que o retardamento da taxa de desenvolvimento de tecidos lenhosos (neotenia alométrica) e a manutenção de características juvenis em caules adultos (pedomorfismo) são importantes mecanismos evolucionários que operam no desenvolvimento de suculência na família *Cactaceae*. Assim cactáceas, mostram pedomorfismo anatômico, com o caule fotossintético e feixes vasculares pedomórficos envolvidos por parênquima indiferenciado.

Com relação à morfo-anatomia do gênero *Pilosocereus*, Silva (1996) constatou que há

grande variação estomática e essa variação parece estar associada ao ambiente. Na espécie *Pilosocereus gounellei* subespécie *gounellei*, detectou-se $64,6 \pm 13,8$ estômatos por mm^2 . Para Zappi (1994), essa maior quantidade de estômatos por mm^2 nessa espécie em relação a outras espécies de *Pilosocereus*, como é na espécie *Pilosocereus tuberculatus* com $13,3 \pm 2,6$ estômatos por mm^2 , justifica sua ampla distribuição geográfica no Nordeste brasileiro. Segundo Larcher (1986), os estômatos são os reguladores mais importantes do processo de difusão e a variação da largura dos poros estomáticos permite à planta controlar simultaneamente a entrada de CO_2 na folha e a liberação de vapor d'água.

As cactáceas apresentam o metabolismo fotossintético incluído nas plantas CAM (Crassulacean Acid Metabolism). Nesse grupo de plantas, o processo de assimilação do carbono é diferente das plantas C_3 e C_4 (Rizzini, 1992; Roberts et al., 1997). Em plantas C_3 e C_4 a abertura dos poros dos estômatos é causada pela redução de CO_2 e esse efeito da concentração de CO_2 sobre o grau de abertura dos poros é claro nas plantas CAM, que abrem seus estômatos durante a noite, quando a pressão parcial de CO_2 no espaço intercelular cai devido à formação de malatos (Larcher, 1986). Na presença da luz, quando o CO_2 liberado durante a degradação dos malatos acumula-se no espaço intercelular, os estômatos das plantas CAM são fechados.

De acordo com Sampaio e Matsui (1979), as plantas CAM têm $\delta^{13}\text{C}$ muito variável, indo de valores típicos de C_3 a valores típicos de C_4 . Essa ampla faixa de variação nessas plantas decorre da capacidade de fixação do CO_2 via PEP-carboxilase, e ou, via RUDP-carboxilase, dependendo das condições ambientais.

A maior parte da captação atmosférica do CO_2 pela espécie *Opuntia ficus indica* Mill e de outras plantas CAM ocorre durante à noite, quando o fluxo de fótons fotossintético

(FFF) instantâneo é zero e não há fotossíntese (Nobel,1995). Nessa espécie, os cladódios que têm uma orientação favorável quanto à captação dos FFF, têm uma captação atmosférica de CO₂ maior que os cladódios com outra orientação. Quanto a eficiência de uso d'água das plantas CAM, Bem Salem et al. (2004) mencionaram que cactáceas são distintamente caracterizadas por alta eficiência de uso d'água. Nobel citado por Mandragon-Jacobo (1999), relatou que a média das estações em mmol/CO₂ por mol/H₂O é de 1,0 a 1,5 para plantas C₃, 2,0 a 3,0 para C₄ e 4,0 a 10,0 para CAM.

Nobel & Pimienta-Barrios (1995) relataram que como característica do metabolismo ácido crassuláceo, a absorção de CO₂ ocorre principalmente à noite. Esta absorção de CO₂ pelas plantas afeta diretamente seu crescimento e é influenciada por temperatura do ar, luminosidade, precipitação pluviométrica e fertilidade do solo. Em muitas situações um fator ambiental pode ter influência predominante, como a precipitação pluviométrica anual em ambientes semi-áridos.

Em ambientes naturais, as plantas estão adaptadas para minimizar danos que ocorrem sob condições extremas. Segundo Yordanov et al. (2003), secas moderadas induzem nas plantas a regulação da perda e da absorção da água, além da manutenção do conteúdo de água na folha dentro de limites onde sua capacidade fotossintética mostre nenhuma ou pequena mudança; mas, secas prolongadas induzem nas plantas mudanças fisiológicas desfavoráveis levando à inibição de fotossíntese e crescimento. Acrescentaram Yordanov et al. (2003), que o efeito mais severo causado pelo estresse hídrico nas plantas é a desidratação. Em relação ao xiquexique, o mecanismo de adaptação ao estresse hídrico desenvolvido pelo mesmo, consiste em modificações morfofisiológicas que são caracterizadas pela suculência de tecidos formados com células de maior vacuolização,

além de um eficiente controle estomático da perda de água.

Bem Salem & Nefzaoui (2002) relataram que a grande importância das cactáceas em regiões áridas consiste na sua habilidade para serem mais eficientes do que as gramíneas e leguminosas em converter água em matéria seca baseado em seu mecanismo fotossintético especializado (CAM), por permanecerem suculentas durante a seca, produzir continuamente forragem e prevenir degradação em ecossistemas frágeis.

Segundo Medeiros et al. (1981), a produtividade da palma é função da espécie, da densidade e do local de plantio. Resultados obtidos por Santos et al. (1997) com populações de 40.000; 20.000 e 5.000 cladódios/ha, apresentaram produções de 240, 170 e 100 toneladas de matéria verde por hectare, respectivamente para a palma, após dois anos de plantio. Com relação à produção de matéria seca, Santos & Albuquerque (2002), relataram produtividade anual de 15,7 e 12,9 toneladas de matéria seca por hectare (t MS/ha) para o clone IPA-20 (*Opuntia ficus indica* Mill) e 10,7 e 15,0 t MS/ha para a cultivar Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), usando 20.000 e 40.000 cladódios/ha, respectivamente. Ainda os referidos autores, baseados em resultados de pesquisa na região Agreste de Pernambuco, recomendaram 40.000 cladódios/ha em colheitas bianuais. Se as colheitas forem após três anos do plantio, recomendaram 20.000 cladódios/ha. Porém, ressaltaram que ambas as densidades podem ser combinadas, ao passo que, as menores densidades devem ser preservadas como reserva estratégica para utilização durante ano de seca.

Santos et al. (1998), estudando adensamento e frequência de corte com duas espécies de palma (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck e *Opuntia ficus indica* Mill), concluíram que a produção de matéria seca com população de 40.000 cladódios/ha foi superior a população

de 20.000 cladódios/ha, após um ano de plantio. Nesse trabalho, observaram uma tendência de maior produção de MS para o clone IPA-20 em relação a cultivar Miúda. Segundo os autores, tal resultado pode ser justificado pelo maior índice de área de cladódios e número de cladódios apresentados por esse clone.

Pesquisando três espécies de cactáceas colunares (*Subpilocereus repandus*, *Stenocereus griseus* e *Pilosocereus lanuginosus*), Petit (2001) relatou que a contagem do número de brotos de uma cactácea é um importante método para determinar o seu volume. Nessa pesquisa, segundo a autora, foram encontradas correlações positivas ($P < 0,001$) entre o comprimento dos brotos e o volume da planta.

Sobre as características agronômicas do xiquexique, Faria & Mello citados por Medeiros et al. (1981), relataram que seu crescimento é lento e o intervalo de corte situa-se entre 8 a 10 anos. Nesse sentido, Lima (1998) afirmou que em relação às cactáceas nativas xiquexique e mandacaru, pode-se destacar a ampla utilização dessas espécies como volumosos estratégicos nos períodos de secas prolongadas; no entanto, essas forrageiras apresentam como limitações, o lento crescimento e alto custo da mão-de-obra no processamento com o corte da planta, a queima dos espinhos e a trituração do material forrageiro.

Na região Seridó Norte-rio-grandense, em períodos de secas prolongadas, as cactáceas nativas xiquexique e mandacaru têm sido utilizadas como a sustentação da alimentação dos ruminantes (Silva, 1998). Por outro lado, a cada período de seca que acontece nessa e em outras regiões do Nordeste brasileiro, algumas forrageiras xerófilas, particularmente as cactáceas nativas, estão reduzindo sua disponibilidade forrageira. Isto decorre pela necessidade de utilização das mesmas e pelo manejo inadequado e predatório praticado pelo

homem, que na maioria das vezes chega a sacrificar a própria planta, ao comprometer sua fisiologia do crescimento.

Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes densidades populacionais de xiquexique cultivado sobre os índices de sobrevivência (SOB), comprimento e diâmetro do caule principal (CCP ; DCP), comprimento e diâmetro dos brotos basais (CBB ; DBB), comprimento e diâmetro dos brotos axilares (CBA ; DBA), número de brotos basais, número de brotos axilares, produção de matéria verde dos brotos totais (PMVBT), produção de matéria verde do caule principal (PMVCP), produção de matéria seca (PMS) e a estimativa dos custos de implantação e colheita do xiquexique em condições cultivadas.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Campo Experimental e de Produção de Cruzeta, pertencente à Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte-S/A -EMPARN, no período de maio de 1995 a dezembro de 2001.

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 e 36° 35' de longitude oeste de Greenwich e 230 m de altitude média. A vegetação é formada basicamente por caatinga hiperxerófila e subdesértica, caracterizada por árvores ou arbustos esparsos, com a presença de cactáceas e leguminosas arbustivas. Os solos predominantes são bruno não-cálcicos, com fertilidade natural média à alta, textura areno-argilosa e média argilosa, fase

pedregosa, relevo suave ondulado, bem drenados, muito susceptíveis à erosão e relativamente rasos (IDEC,1991).

A área onde o experimento foi realizado é de vegetação tipo caatinga, com predominância de xiquexique entre as cactáceas nativas. A temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica médias no período experimental foram de 27,43°C; 57,54 % e 599,34 mm, respectivamente (INMET, 2001).

A área experimental medindo 1595 m² foi destocada e cercada com madeira e arame farpado.

As parcelas dos tratamentos experimentais mediram 5 x 6 m e constaram das seguintes densidades de plantas por hectare:

T1) 2000 plantas, correspondendo ao espaçamento 2,5 x 2,0 m;

T2) 4000 plantas, correspondendo ao espaçamento 2,5 x 1,0 m;

T3) 6667 plantas, correspondendo ao espaçamento 1,5 x 1,0 m;

T4) 8333 plantas, correspondendo ao espaçamento 1,2 x 1,0 m e

T5) 10000 plantas, correspondendo ao espaçamento 1,0 x 1,0 m.

O plantio das estacas de xiquexique foi em covas de 15 cm de profundidade, no sentido vertical, com 50 cm de comprimento e coletadas nas brotações laterais de plantas de xiquexique de ocorrência natural da caatinga, formando as densidades dos tratamentos experimentais.

Após 6,5 anos do plantio foram realizadas as mensurações de índice de sobrevivência das plantas; comprimento e diâmetro do caule principal; comprimento e diâmetro dos brotos

basais; comprimento e diâmetro dos brotos axilares; número de brotos basais; número de brotos axilares; produção de matéria verde dos brotos totais; produção de matéria verde do caule principal e produção de matéria seca.

Para avaliação do índice de sobrevivência foi conferida a quantidade de plantas vivas por parcela experimental e os valores obtidos foram transformados em porcentagens, e posteriormente em arcoseno.

Para avaliação morfológica de todas as plantas, foram considerados os seguintes parâmetros:

O comprimento do caule principal foi medido a partir da altura de 35 cm acima do solo, até o ápice do caule desenvolvido, utilizando-se fita métrica.

O diâmetro do caule principal foi medido com um paquímetro sendo a leitura realizada no comprimento mediano do caule desenvolvido, a partir da altura de 35 cm acima do solo.

O comprimento dos brotos basais foi medido nos brotos desenvolvidos da base do caule principal, utilizando-se fita métrica.

O diâmetro dos brotos basais foi medido no comprimento mediano do broto, utilizando-se paquímetro.

O comprimento dos brotos axilares foi medido nas brotações do caule principal, utilizando-se fita métrica.

O diâmetro dos brotos axilares foi medido no comprimento mediano das brotações do caule principal, utilizando-se paquímetro.

Para determinar o número de brotos basais foi feita a contagem de todos brotos desenvolvidos da base do caule principal.

O número de brotos axilares foi determinado pela contagem de todos brotos desenvolvidos lateralmente do caule principal.

Na avaliação de comprimento e diâmetro dos brotos basais e axilares, foi utilizado como critério brotos com comprimento e diâmetro a partir de 15 e 3 cm respectivamente.

Para a determinação da produção de matéria verde dos brotos totais (basais e axilares) e a produção de matéria verde do caule principal, procedeu-se o corte manual dos brotos basais e axilares desenvolvidos acima do solo e do caule principal na altura de 35 cm acima do solo.

A forragem colhida foi removida e queimados os espinhos por intermédio do lança-chamas à gás butano e pesada separadamente caule principal e brotos totais, em balança de prato com precisão de 20g.

Após as pesagens, foi coletada uma amostra composta dos brotos totais mais caule principal por tratamento, para cálculo da pré-secagem, em estufa de ventilação forçada à 65°C por 72 horas. Posteriormente, as amostras foram pesadas e trituradas em moinho com peneira de malha de 1 mm e acondicionadas em recipientes de vidro para posterior determinação da matéria seca (Silva & Queiroz, 2002), no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Com a determinação da porcentagem de matéria seca (%MS) nos tratamentos T1; T2; T3; T4 e T5, cujos valores médios foram 21,48%; 20,93%; 19,02%; 19,56% e 19,14%, respectivamente, foi estimada a produção de matéria seca do xiquexique por hectare. A estimativa do custo (R\$) de implantação e colheita com 6667 plantas de xiquexique por hectare levou em consideração a mão-de-obra envolvida (homem/dia) e a quantidade de botijões utilizados na execução da pesquisa.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, sendo cinco densidades populacionais de plantas (tratamentos) e quatro repetições, casualizado de acordo com Sampaio (1998). Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e regressão, e os critérios utilizados para escolha do modelo foram o coeficiente de determinação (R^2) e a significância observada, por meio do teste F, em níveis de 1% e 5 % de probabilidade.

Resultados e Discussão

O índice de sobrevivência das plantas diminuiu linearmente ($P < 0,01$) com as maiores densidades de plantas. Assim, observou-se um maior índice de sobrevivência para a densidade de 2000 plantas/ha com 95,85 % e menor para a densidade de 8333 plantas/ha com 80,00 %.

Analisando a Figura 1, em relação aos índices de sobrevivência das plantas observa-se um efeito linear decrescente, com a dispersão dos pontos na reta da equação ajustada, apresentando superioridade para as três menores densidades populacionais do xiquexique. Comportamentos semelhantes foram obtidos com o comprimento e diâmetro do caule principal (Figura 2), apresentando nas menores densidades populacionais, maiores valores. Esse comportamento para o parâmetro índice de sobrevivência, parece estar correlacionado com o volume do caule principal (estimado com base na relação entre seu comprimento e diâmetro, segundo Petit, 2001), que pressupõe uma maior quantidade de reservas acumuladas. Por outro lado, observa-se na Figura 3, que as maiores densidades populacionais permitiram maiores produções de matéria seca.

A suculência do xiquexique aliada ao seu controle estomático são provavelmente os principais mecanismos de resistência à seca. Dessa forma, os tratamentos com menores densidades apresentaram os maiores índices de sobrevivência que estão relacionados aos maiores comprimento e diâmetro de caule principal. Segundo Yordanov et al. (2003) a desidratação é o efeito mais danoso do estresse hídrico. Portanto, as menores densidades populacionais foram favorecidas contra a intensidade desse efeito pelo maior acúmulo de água nos vacúolos celulares dos caules principais.

O número de brotos basais e axilares aumentou linearmente ($P < 0,01$) com as maiores densidades das plantas por hectare (Figura 1). O tratamento com menor densidade produziu 1416 brotos basais e 4250 brotos axilares por hectare e o tratamento com maior densidade produziu 8083 brotos basais e 14500 brotos axilares por hectare. Observa-se pela equação de regressão ajustada para o parâmetro número de brotos basais, que, à medida que se aumenta uma planta de xiquexique por hectare, se eleva 0,7688 broto basal por hectare e para número de brotos axilares à medida que se aumenta uma planta de xiquexique por hectare, aumenta-se 1,1759 brotos axilares.

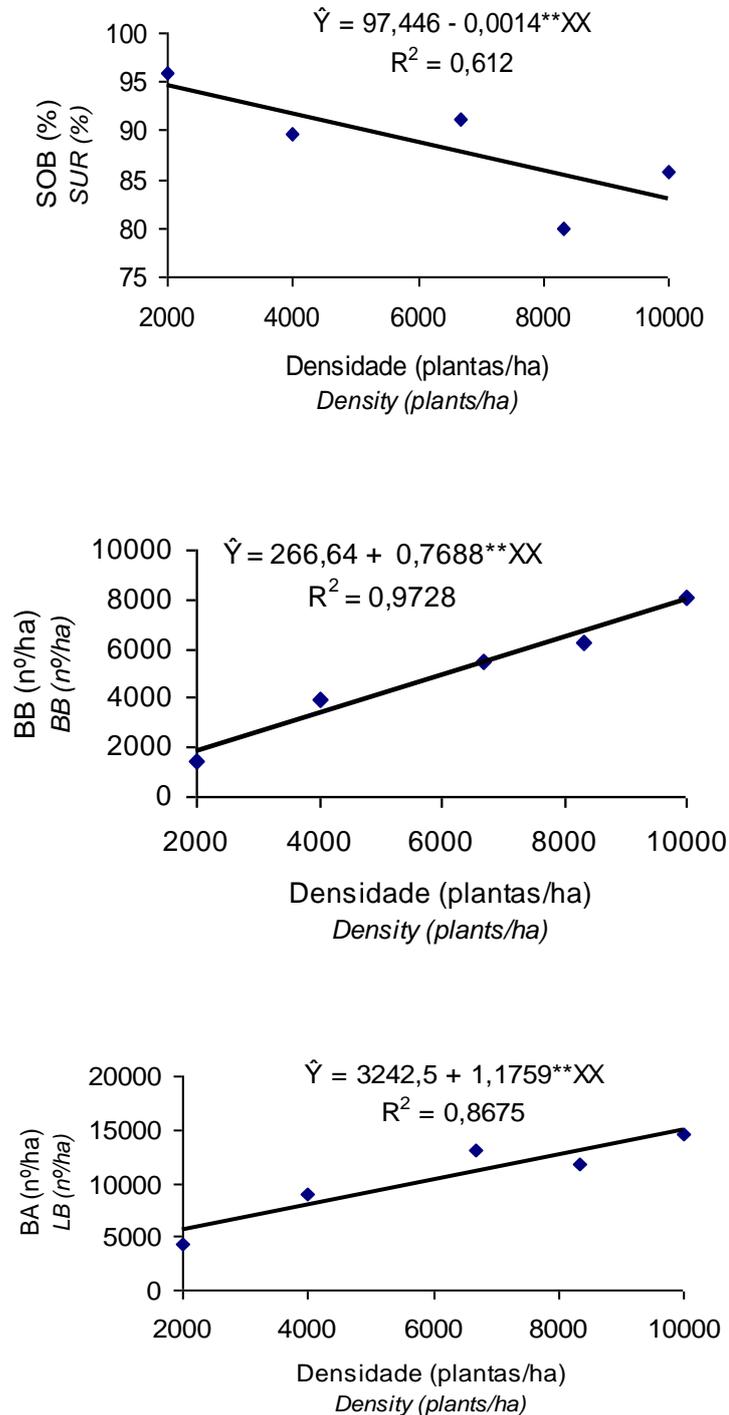


Figura 1 - Índice de sobrevivência (SOB), em %, número de brotos basais (BB) e número de brotos axilares (BA), expressos em nº/ha, de xiquexique (XX) em diferentes densidades.

Figura 1 – Survival rate (SUR), in %, number of basis branches (BB) and number of lateral branches (LB), in nº/ha of the columnar cactus, according to experimental treatments.

Conforme a Figura 1, os resultados das brotações basais e axilares mostram que quando se aumenta a densidade de xiquexique por hectare, há um favorecimento de maior número de brotações por hectare. Conseqüentemente, esses resultados induzem a um aumento da produção de matéria seca por hectare, conforme se visualiza na Figura 3.

Com o mesmo comportamento do número de brotos basais e número de brotos axilares, o parâmetro comprimento (cm) dos brotos basais aumentou linearmente ($P < 0,05$) com as maiores densidades dos tratamentos experimentais, apresentando 17,08 e 24,47 cm com o tratamento de menor e maior densidade populacional, respectivamente. Nesses tratamentos com maiores densidades populacionais, observa-se um maior número de brotos basais e axilares e maior comprimento de brotos basais, que provavelmente se deve a uma melhor distribuição de fotoassimilados nesses pontos de crescimento. Nobel (1995), em trabalho sobre a espécie *Opuntia ficus indica* Mill, relatou que uma maior captação atmosférica de CO₂ pelo cladódio resulta num aumento da produção de brotos.

Com relação à avaliação morfológica do caule principal, o comprimento ($P < 0,05$) e o diâmetro ($P < 0,01$) diminuíram linearmente com as maiores densidades populacionais (Figura 2). O tratamento com maior densidade populacional teve comprimento e diâmetro de 40,55 e 4,21 cm, e o de menor de 51,20 e 4,56 cm, respectivamente. Esses resultados demonstram um comportamento contrário aos parâmetros observados para números de brotos basais e axilares e comprimento de brotos basais, em função das densidades populacionais. Provavelmente, esse comportamento deve-se a maior captação individual de CO₂ pelo caule principal nas menores densidades, permitindo maior produção de fotoassimilados que são convertidos em carboidratos de reserva, e ou, translocados nas diversas regiões do caule principal.

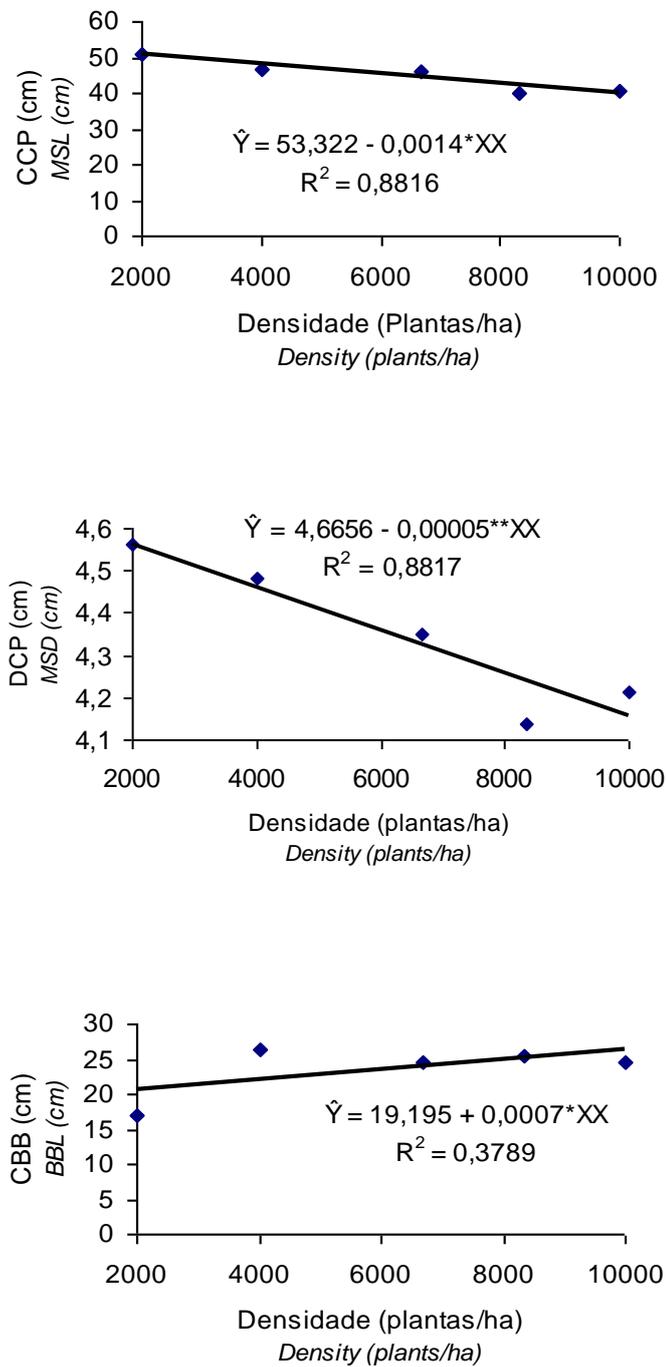


Figura 2 – Comprimento do caule principal (CCP), diâmetro do caule principal (DCP) e comprimento dos brotos basais (CBB) expresso em cm, de xiquexique (XX) em diferentes densidades.

Figure 2 – Length (MSL) and diameter (MSD) of the main stem and length basis branches (BBL), in cm of the columnar cactus, according to experimental treatments.

O parâmetro diâmetro dos brotos basais, não foi influenciado ($P>0,05$) pelos tratamentos experimentais, com valores entre 2,93 e 4,16 cm.

Para comprimento e diâmetro dos brotos axilares, não houve influência ($P>0,05$) para os tratamentos experimentais; no entanto, o comprimento médio dos brotos axilares variou de 24,70 a 26,93 cm e o diâmetro de 3,82 a 4,09 cm.

Com relação ao parâmetro produção de matéria verde, o caule principal aumentou linearmente ($P<0,01$) e brotos totais aumentaram linearmente ($P<0,05$) com as maiores densidades de plantio (Figura 3). Para o caule principal, o tratamento com a menor densidade produziu 1.065 kg de matéria verde por hectare (kg MV/ha) e o tratamento com a maior densidade produziu 3.407,50 kg MV/ha. Já para os brotos totais, o tratamento com menor densidade produziu 915,83 kg MV/ha e o tratamento com maior densidade produziu 2.507,50 kg MV/ha. Observa-se por esses resultados, que se obteve maior produção de matéria verde por hectare no caule principal, em relação aos brotos totais, que pode ser explicado pela maior área fotossintética do caule principal presente desde o início do experimento, permitindo maior captação e acúmulo de CO_2 pelo caule ao longo do período experimental.

Pela equação de regressão ajustada para o parâmetro produção de matéria verde do caule principal, à medida que se aumenta uma planta de xiquexique por hectare, se aumenta 0,2666 kg na produção de matéria verde do caule principal por hectare; e para o parâmetro produção de matéria verde dos brotos totais, à medida que se aumenta uma planta de xiquexique por hectare, se aumenta 0,1668 kg na produção de matéria verde dos brotos totais por hectare.

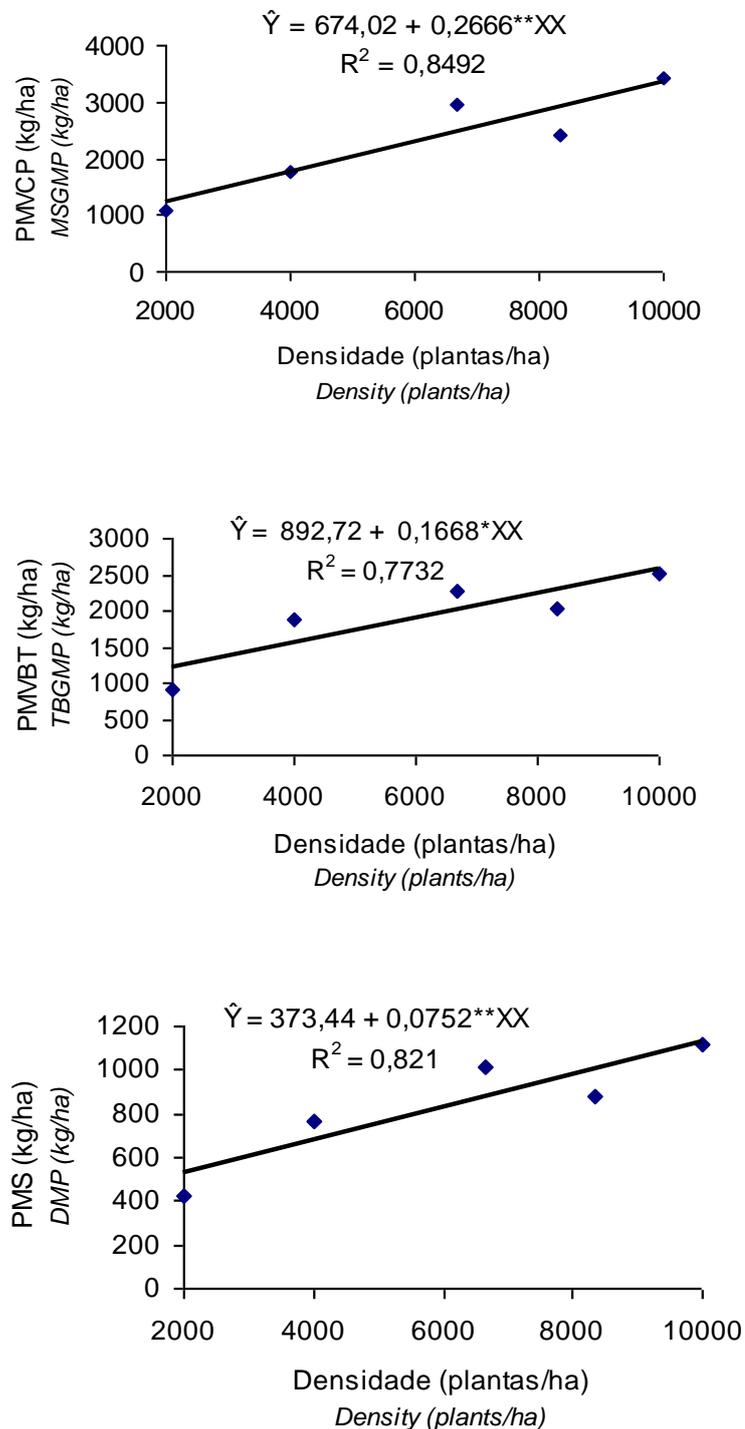


Figura 3 – Estimativa da produção de matéria verde do caule principal (PMVCP), dos brotos totais (PMVBT) e da produção de matéria seca (PMS) expressos em kg/ha, de xiquexique (XX) em diferentes densidades.

Figure 3 – Estimation of main stem green matter production (MSGMP), total branches green matter production (TBGMP) and dry matter production (DMP), in kg/ha of the columnar cactus, according to experimental treatments.

A produção de matéria seca aumentou linearmente ($P < 0,01$) com as maiores densidades populacionais dos tratamentos experimentais. Nesse sentido, o tratamento com a maior densidade de plantas apresentou 1.120,57 kg de MS/ha; seguido pela densidade de 6667 plantas com 1.008,95 kg de MS/ha; 8333 plantas com 877,39 kg de MS/ha; 4000 plantas com 765,75 kg de MS/ha e 2000 plantas com 424,48 kg de MS/ha, durante 6,5 anos. Pela equação de regressão ajustada para esse parâmetro, à medida que se aumenta uma planta de xiquexique por hectare, se aumenta 0,0752 kg na produção de matéria seca por hectare. De acordo com esses resultados, Nobel (1995) relatou que a existência de mais cladódios por unidade de área tende ao aumento da captação de CO_2 , maximizando a produtividade.

Apesar das diferenças morfoanatômicas e fisiológicas dessa espécie em relação a outras espécies da mesma família, os resultados da produção de matéria verde e matéria seca do xiquexique cultivado em 6,5 anos, apresentaram a mesma tendência dos resultados obtidos por Santos et al. (1997) e Santos et al. (1998), que observaram maiores produções de matéria verde e matéria seca de palma cultivada em maiores densidades populacionais de cladódios.

Os valores obtidos na produção de matéria seca por hectare do xiquexique cultivado em 6,5 anos, estão associados às características fenológicas e a sua fisiologia de crescimento. No entanto, ressalta-se a essa produção, suas características de resistência aos períodos de secas prolongadas, que a exemplo de outras cactáceas forrageiras devem ser utilizadas como reservas estratégicas nesses períodos (Santos et al., 1997; Santos & Albuquerque, 2002), como suprimento d'água e alimentos para os ruminantes, em determinadas regiões semi-áridas do Nordeste brasileiro.

A estimativa dos custos (R\$) de implantação, colheita e queima dos espinhos do xiquexique cultivado com densidade de 6667 plantas por hectare, com base na condução dessa pesquisa foi de R\$ 1.268,00 (Tabela 1). Contudo, não há estimativa precisa desse valor, em relação à quantidade de botijões de gás para queima dos espinhos, pois a quantidade é variável com a ventilação do ambiente, manuseio do operador, peso do botijão de gás, etc. Essa estimativa está de acordo com Lima (1998), que relatou sobre os custos elevados com o manuseio dessa cactácea como volumoso estratégico para ruminantes.

Tabela 1 – Estimativa do custo (R\$) de implantação, colheita e queima dos espinhos de xiquexique cultivado, com 6667 plantas por hectare

Table 1 – Cost estimation (R\$) of implanting, harvesting and burning of spines on cultivated columnar cactus, with 6,667 plants per hectare

Discriminação <i>Discrimination</i>	Quantidade <i>Quantity</i>	Unidade <i>Unity</i>	R\$ <i>R\$</i>
Mão de obra <i>Labor</i>			
- Preparo da área <i>- Area preparation</i>	10	h/d ¹	80,00
- Marcação e coveamento <i>- Marking and digging</i>	8	h/d	64,00
- Colheita e preparo das estacas <i>- Harvest and stem cuttings preparation</i>	8	h/d	64,00
- Plantio e replantio das estacas <i>- Planting and replanting of stem cuttings</i>	15	h/d	120,00
- Colheita e queima dos espinhos <i>- Harvest and burning of spines</i>	20	h/d	160,00
Insumos <i>Input</i>			
- Gás butano <i>- Butane gás</i>	30	botijão <i>gas bottle</i>	780,00
Custo total (R\$) <i>Total cost (R\$)</i>			1.268,00

¹Homem/dia (*man/day*)

Pela importância do xiquexique no manejo ecológico e forrageiro em determinadas áreas semi-áridas do Nordeste brasileiro, os resultados dessa pesquisa sugerem que mais pesquisas sejam feitas, voltadas para o manejo sustentável da espécie, principalmente na região Seridó Norte-rio-grandense, onde sua utilização na alimentação animal acontece com mais intensidade nos períodos de secas prolongadas.

Conclusões

O índice de sobrevivência, comprimento e diâmetro do caule principal foram influenciados negativamente com as maiores densidades de plantas de xiquexique cultivado.

O aumento de plantas de xiquexique por unidade de área favoreceu as brotações e produção de matéria seca por hectare, nas densidades de plantio estudadas.

O cultivo do xiquexique por estaquia como bancos de reservas, com fins forrageiros ou de preservação, poderá contribuir para um manejo sustentável da espécie no forrageamento animal da caatinga.

Literatura Citada

AB'SABER, A. N. Os sertões: a originalidade da terra. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, p. 4-14, 1992. Edição especial.

ALTESOR, A. ; EZCURRA, E. Functional morphology and evolution of stem succulence in cacti. **Journal of Arid Environments**. v.57, p.557-567, 2003.

ANDRADE-LIMA, D. *Cactaceae* de Pernambuco. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 9.,1965. São Paulo. **Anais...** São Paulo, Departamento de Produção Animal, v.2, p.1453 -1458.

ANDRADE-LIMA, D. **Plantas das caatingas**. Rio de Janeiro : Academia Brasileira de Ciências, 1989. 245p.

BEM SALEM, H. ; NEFZAOU, A. *Opuntia* ssp. – a Strategic Fodder and Efficient Tool to Combat Desertification in the Wana Region. In: MONDRAGON-JACOBO, C.; PÉREZ-GONZALÉZ, S. E. (Ed.) **Cactus (*Opuntia* Spp.) as forage**. Roma: FAO, 2002. p.73-90.

BEM SALEM, H. ; NEFZAOU, A. ; BEM SALEM, L. Spineless cactus (*Opuntia ficus indica* f. *inermis*) and oldman saltbush (*Atriplex nummularia* L.) as alternative supplements for growing Barbarine lambs given straw-based diets. **Small Ruminant Research**, v.51, p.65-73, 2004.

GOMES, R. P. **FORAGEIS FARTAS NA SECA**. 4. ed. São Paulo : Nobel, 1977. 233p.

IDEC - Fundação Instituto de Desenvolvimento do Rio Grande do Norte. **Informativo municipal de Cruzeta**. Natal, 1991. 38p.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Mapa de observações meteorológicas mensais**. Cruzeta, RN. 2001. 12p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Paulo : USP, 1986. 319p.

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.

MONDRAGON-JACOBO, C. Low Input Agricultural Systems Based on Cactus Pear for Subtropical Semiarid Environments. In: JANICK, J. (Ed.), Perspectives on new crops and new uses. Alexandria : ASHS, VA. 1999. p.367-372.

MEDEIROS, A. A. de; VASCONCELOS, S. H. L.; BARBOSA, L. **Cactáceas: forrageiras para o semi-árido**. Natal : EMPARN, 1981. 28p.(Boletim técnico,8).

NOBEL, P. S. Environmental biology. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; PIMIENTA-BARRIOS, E.(Ed.) **Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear**. Roma: FAO, 1995. p.36-48.

NOBEL, P. S.; PIMIENTA-BARRIOS, E. Monthly stem elongation for *Stenocereus queretaroensis*: relationships environmental conditions, net CO₂ uptake and seasonal variations in sugar content. **Environmental and Experimental Botany**, v. 35, p.17-24. 1995.

PETIT, S. The reproductive phenology of three sympatric species of columnar cacti on Curaçao. **Journal of Arid Environments**, v.49, p.521-531, 2001.

RIZZINI, C. T. Cactáceas: Os segredos da sobrevivência. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, p.62 – 72, 1992. Edição especial.

ROBERTS, A. ; BORLAND, A. M. ; GRIFFITHS, H. Discrimination processes and shifts in carboxylation during the phases of crassulacean acid metabolism. **Plant Physiology**, Oxford, v.113, p.1283 –1292, 1997.

RODAL, M. J. N. ; SAMPAIO, E. V. S. B. A vegetação do bioma caatinga. In: SAMPAIO, E. V. S. B. et al. (Ed.) **Vegetação e flora da caatinga**. Recife : Associação Plantas do Nordeste – APNE, 2002. p.11-24.

SAMPAIO, E. V. S. B. ; MATSUI, E. $\delta^{13}\text{C}$ de plantas CAM de diferentes locais de Pernambuco. **Anais da Universidade Federal Rural de Pernambuco**, Recife, v.4, p.7-12, 1979.

SAMPAIO, I. B. M. **Estatística aplicada à experimentação animal**. Belo Horizonte : Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 1998. 221p.

SANTOS, D. C. 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).

SANTOS, D. C. et al. Adensamento e frequências de cortes em cultivares de palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998. Botucatu. **Anais...** Botucatu : Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p. 512-514.

SANTOS, D. C. ; ALBUQUERQUE, S. G. Opuntia as Fodder in the Semi-arid Northeast of Brazil. In: MONDRAGON-JACOBO, C.; PÉREZ-GONZALÉZ, S. E. (Ed.) **Cactus (*Opuntia* Spp.) as forage**. Roma: FAO, 2002. p. 37-49.

SILVA, D. da C. **Morfo-anatomia de seis espécies de *Pilosocereus* Byles & Rowley (*Cactaceae*)**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 1996. 61p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Pernambuco, 1996.

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 de Pernambuco, 1998. 88p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1998.

SILVA, D. J. ; QUEIROZ, A. C. **Análises de alimentos:** (métodos químicos e biológicos). Viçosa, MG: UFV, p.253, 2002.

TAYLOR, N. P ; ZAPPI, D. C. Distribuição das espécies de cactaceae na caatinga. In: SAMPAIO, E. V. S. B. et al. (Ed.) **Vegetação e flora da caatinga.** Recife : Associação Plantas do Nordeste – APNE, 2002. p.123-125.

YORDANOV, I. ; VELIKOVA, V. ; TSONEV, T. Plant responses to drought and stress tolerance. **Journal Plant Physiology.**, Bulgária, p.187-206, 2003. Edição especial.

ZAPPI, D. C. **A família cactaceae nos campos rupestres da cadeia do espinhaço Minas Gerais, Brasil.** São Paulo: Universidade São Paulo, 1989. 272p Dissertação (Mestrado em Botânica) - Departamento de Botânica, Universidade São Paulo, 1989.

ZAPPI, D. C. *Pilosocereus* (Cactaceae). In: HUNT, D. ; TAYLOR, N. (Ed). **The genus in Brasil.** Kew : Royal Botanic Gardens, 1994. 160p.

CAPÍTULO 2

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

RESUMO - O objetivo da pesquisa foi avaliar o desempenho de vacas da raça Pardo-suíça em lactação e a digestibilidade aparente com dietas contendo níveis 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 utilizadas cinco vacas com peso vivo (PV) médio de 520 kg e produção de leite média diária de 15 kg. O delineamento experimental foi em quadrado latino (5x5), sendo cinco animais, cinco períodos e cinco níveis de inclusão de xiquexique na dieta. Cada período experimental teve duração de 17 dias, sendo 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 ($\text{g/kg}^{0,75}$), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e 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 e o de carboidratos-não-fibrosos (CNF), em kg/dia, aumentou linearmente com a inclusão de xiquexique na dieta. A inclusão de xiquexique na dieta não influenciou as digestibilidades aparentes 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 de leite, (média de 14,80 kg/dia), na composição química do leite e na eficiência alimentar (kg de leite produzido/kg de MS consumida).

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

Substitution of Columnar Cactus (*Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Byl ex Rowl.) for Sorghum Silage (*Sorghum bicolor* L. Moench) in Dairy Cows Feeding

ABSTRACT - The aim of this study was to evaluate the performance of lactating Brown Swiss cows, and apparent digestibility with different levels (0; 12.5%; 25%; 37.5% and 50%) of a columnar cactus named xiquexique (*Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Byl ex Rowl.) in their diets, in replacement of sorghum silage (*Sorghum bicolor* L. Moench). Five cows, averaging 520 kg and 15 kg of daily milk production were used. The experiment was conducted within in a 5x5 latin square, including the five animals, five experimental periods and five levels of columnar cactus addition. The length of each period was 17 days (ten for the adaptation the animals of the diet and seven for collection). The intake of the dry matter (DM) in kg/day, %LW and $\text{g/kg}^{0.75}$, organic matter (OM), crude protein (CP) and total carbohydrates (CHT) in kg/day was unaffected by the levels of columnar cactus (15.21; 2.83; 136.10; 13.64; 1.64 and 11.48, respectively). The intake of neutral detergent fiber, ether extract and total digestible nutrients in kg/day decreased linearly and nonfiber carbohydrates increased linearly in kg/day with the addition of columnar cactus in the diet. The apparent digestibility of dry matter (*ADDM*), organic matter (*ADMO*), crude protein (*ADCP*), ether extract (*ADEE*), neutral detergent fiber (*ADNDF*), and total carbohydrates (*ADTCH*) was unaffected with the addition of columnar cactus in the diet. Milk production was unaffected by the columnar cactus, averaging 14.80 kg/day. The milk composition and the milk/feed ratio (kg of milk production/kg of dry matter) were unaffected by the columnar cactus addition levels.

Key Words: intake, milk production, 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 (*Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. ex Rowl.) desenvolve-se muito bem nas áreas mais secas da região semi-árida nordestina; 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.

A região Seridó Norte-rio-grandense tem a bovinocultura de leite como principal atividade econômica, sendo considerada uma das maiores bacias leiteiras do Estado. Apesar dessa importância, o manejo alimentar dos rebanhos é deficitário, em função da baixa disponibilidade de pastagens cultivadas, da baixa capacidade de suporte dos pastos nativos, da sazonalidade na produção forrageira e da ausência de tradição na utilização de práticas com armazenamento de forragens. Diante desse panorama, o xiquexique tem representado através dos tempos, uma alternativa alimentar estratégica na composição das dietas nos rebanhos leiteiros da região.

Com relação à ensilagem no semi-árido nordestino, Lima & Maciel (1996) relataram que os sorgos granífero e forrageiro devem ser as espécies empregadas pela maior resistência à seca, alto potencial de produção de matéria seca (MS) e silagem de qualidade

comparável ao 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 baixo, em torno de 20%. Entretanto, Lima (1998) comentou que numa região marcada pela estacionalidade da produção forrageira, a produção quantitativa e qualitativa de volumosos, exerce uma função estratégica na lucratividade das fazendas leiteiras do Nordeste, pela redução das diferenças sazonais na oferta de forragens e menores requerimentos de suplementações energéticas e/ou protéicas.

Segundo Albuquerque (2001), numa seca prolongada, 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, devido às incertezas climáticas e o fenômeno das secas periódicas que ocorrem no Nordeste do Brasil, as cactáceas, graças às suas características fisiológicas de economia e uso da água, representam uma fonte de suprimento de água e uma alternativa alimentar para os rebanhos do semi-árido do Nordeste. A riqueza d'água das cactáceas forrageiras tem sido relatada como uma grande importância para as regiões semi-áridas (Matter, 1986; Ben Salem et al., 1996). Lima (2002) em Pernambuco, estudando os efeitos da substituição do milho por duas cultivares de palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill, cv. gigante e *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck, cv. miúda) sobre o comportamento ingestivo de vacas Holando-zebu, 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%. Dessa forma, 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 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% – 3,10% e potássio (K) com 1,56% - 2,89% (Germano et al., 1991; Silva,1998). Com relação à degradabilidade *in situ* da matéria seca do xiquexique, Silva et al. (2000) relataram que esta espécie apresentou altos coeficientes em períodos de incubação de 6 a 96 horas, obtendo 35,90% e 81,37% respectivamente. Barbosa (1997) estudando a digestibilidade *in vitro* da matéria seca, 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 o mesmo autor, 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), em relação às cactáceas nativas xiquexique e mandacaru, pode-se destacar a ampla utilização dessas espécies como volumosos estratégicos nos períodos de secas prolongadas. No entanto, essas forrageiras apresentam como limitações, o lento crescimento e 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, utilizando 50% e 75% da MS de xiquexique ou mandacaru em associação à silagem de sorgo forrageiro, na engorda de novilhas com peso vivo médio de 281 kg em regime de confinamento, observaram ganhos 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 respectivamente. Silva (1998), em estudo realizado com as raças Pardo suíça, Gir e Guzerá, utilizando os mesmos tratamentos experimentais na engorda de garrotas com peso vivo médio de 222 kg em regime de confinamento, observou ganhos de peso vivo médios 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 respectivamente. Embora demonstrando o desempenho animal com essas cactáceas sobre o ganho de peso vivo, concluíram os autores que há necessidade de estudos complementares na área agrônômica e nutricional, agregados a pesquisas de viabilidade econômica.

Por outro lado, Santos et al. (1997) relataram 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 das mesmas apresenta seus rendimentos muito baixos, como é na região Seridó Potiguar (Medeiros et al., 1981; Lima, 1985), as cactáceas nativas se sobressaem como reserva alimentar para os ruminantes, em períodos de secas prolongadas, e há 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 e proteína a exemplo de silagem. Dessa forma, objetivando complementar a palma associada com diferentes fontes de fibra na alimentação de vacas mestiças leiteiras, Mattos et al. (2000) verificaram uma 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 fatores mais importantes que afeta o desempenho animal, sendo influenciado entre outros fatores 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 uma 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 ocasiona diminuição no consumo voluntário animal.

Mertens (1994), relatou que a ingestão de matéria seca é controlada por fatores fisiológicos, físicos e psicogênicos. Os fatores físicos referem-se a distensão do rúmen-retículo (enchimento). O fator fisiológico é regulado pelo balanço energético que, segundo Sniffen et al.(1993) está relacionado primariamente com a manutenção de um estado de equilíbrio energético. Quanto ao fator psicogênico 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 estatisticamente significativas no consumo de nutrientes, produção e composição do leite e ganho de peso dos animais.

Sobre a composição do leite, Fonseca (1993) relatou que vários fatores podem afetar a

composição química do leite, incluindo a genética, alimentação, estágio da lactação, práticas de ordenha, idade e tamanho da vaca, ciclo estral, ambiente entre outros. Porém, o mecanismo envolvido pode ser indireto, sendo que, a causa direta da mudança de composição é a quantidade total de leite produzido. Além disso, muitas mudanças na composição do leite de uma ordenha para outra não podem ser atribuídas a uma causa definida.

A cada período de seca que acontece 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 de pesquisa sobre consumo, produção de leite, entre outros.

Nesse contexto, esta pesquisa teve como objetivo avaliar os efeitos dos níveis de xiquexique sobre os consumos e as digestibilidades aparentes de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos totais (CHT), carboidratos-não-fibrosos (CNF), extrato etéreo (EE); os consumos de nutrientes digestíveis totais (NDT), cálcio (Ca) e fósforo (P); produção e composição química do leite; eficiência alimentar e a relação custo : benefício de leite em vacas pardo suíças em lactação, alimentadas com dietas contendo 0; 12,5%; 25%; 37,5% e 50% de xiquexique, em substituição à silagem de sorgo forrageiro.

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 e 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/leite/dia. Os animais variaram da quarta à sétima ordem de lactação e no início do experimento estavam com 101 dias de lactação, em média.

O experimento teve duração de 85 dias, divididos em 5 períodos de 17 dias, sendo 10 de adaptação às dietas experimentais e 7 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 m² e a área livre total 43 m², 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), sendo cinco animais, cinco períodos e cinco níveis de inclusão de xiquexique na dieta, 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, constituídas de xiquexique associado à silagem de sorgo e ao concentrado de acordo com os tratamentos experimentais. O concentrado foi preparado mensalmente, constituído 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 utilizado 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 do sorgo forrageiro cultivar IPA-467-4-2, com 126 dias de colheita, acondicionada em silo trincheira revestido. A composição bromatológica dos ingredientes, a proporção dos ingredientes nas dietas e a composição bromatológica das dietas experimentais são apresentadas nas Tabelas 1, 2 e 3, respectivamente.

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, silagem de sorgo e concentrado

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

Item <i>Item</i>	Ingredientes <i>Ingredients</i>		
	Xiquexique <i>Columnar cactus</i>	Silagem de sorgo <i>Sorghum silage</i>	Concentrado <i>Concentrate</i>
MS (DM) %	16,44	29,73	91,35
MO (OM) ¹	83,59	91,83	90,53
PB (CP) ¹	6,06	4,15	24,12
EE (EE) ¹	1,10	2,09	7,94
FDN (NDF) ¹	39,86	61,84	33,54
CHT (TCH) ^{1,2}	76,43	85,59	58,47
CNF (NFC) ^{1,3}	36,57	23,75	24,93
Ca ¹	2,51	0,26	0,63
P ¹	0,08	0,19	0,92

1 % MS (% DM).

2 Snifeen et al. (1992).

3 Mertens (1997).

Tabela 2 – Composição porcentual dos ingredientes nos tratamentos experimentais com base na matéria seca
 Table 2 – Percent composition of the experimental diets, based on dry matter

Ingredientes (%) Ingredients (%)	Níveis de Xiquexique (%) Levels of columnar cactus (%)				
	0	12,5	25	37,5	50
Xiquexique Columnar cactus	-	12,5	25,0	37,5	50,0
Silagem/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

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

Item Item	Níveis de Xiquexique (%) Levels of columnar cactus (%)				
	0	12,5	25	37,5	50
MS (DM) %	48,21	46,55	44,89	43,23	41,57
MO (OM) ¹	91,44	90,41	89,38	88,35	87,32
PB (CP) ¹	10,14	10,38	10,62	10,85	11,09
EE (EE) ¹	3,84	3,72	3,60	3,47	3,35
FDN (NDF) ¹	53,35	50,60	47,85	45,11	42,36
CHT (TCH) ^{1,2}	77,45	76,31	75,16	74,02	72,87
CNF (NFC) ^{1,3}	24,10	25,71	27,31	28,91	30,51
Ca ¹	0,37	0,65	0,93	1,14	1,50
P ¹	0,41	0,39	0,39	0,37	0,35
NDT (TDN) ¹	69,01	64,73	60,69	59,17	61,92

1 % MS (% DM).

2 Snifeen et al. (1992).

3 Mertens (1997).

A alimentação foi oferecida duas vezes ao dia, à vontade, às 7 (50%) e 17 horas (50%), na forma de dieta 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 foi oferecida à vontade em tanques com bóia a céu aberto. As vacas foram ordenhadas mecanicamente em sistema balde ao pé, onde diariamente deslocavam-se 100 m dos currais até a sala de ordenha nos horários de 5 horas e 16 horas. Xiquexique, silagem de sorgo e concentrado, bem como as sobras e fezes por animal, foram amostrados diariamente, para

obtenção de amostra composta por período experimental. Essas amostras após pré-secadas em estufa de ventilação forçada a 55°C, preparadas e acondicionadas, foram analisadas quanto aos teores de MS, PB, FDN, EE e MM no Laboratório de Nutrição Animal da UFRN (Silva & Queiroz, 2002). 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, sobras, silagem, 1,0 g de xiquexique e concentrado foram acondicionadas em sacos de nylon e incubadas no instrumento de digestibilidade “Daisy”II, por um período de 144 horas, no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). O material remanescente da incubação 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 análise de PB (Silva & Queiroz, 2002), gordura (Gerber descrito por Behmer, 1965), lactose (Instituto Adolfo Lutz,

1985), extrato seco total e extrato seco desengordurado, as quais, foram realizadas no Laboratório de Qualidade de Alimentos do Colégio Agrícola de Bananeiras/PB. A produção de leite foi avaliada através do controle diário e o leite corrigido para 4% de gordura pela equação do NRC (2001).

Os dados foram submetidos a análise de variância e regressão, utilizando-se o programa SAEG (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas) da Universidade Federal de Viçosa (UFV,1997). Os critérios utilizados para escolha do modelo foram o coeficiente de determinação (R^2) e a significância observada por meio do teste t, para os níveis 1% e 5% de probabilidade.

A relação custo : benefício levou em consideração os custos (R\$) das dietas e as produções de leite (R\$) nos devidos tratamentos. Os custos (R\$) de despesas foram computados somente para alimentação, considerando o público dessa tecnologia pequeno e médio produtor rural, utilizando a mão-de-obra familiar e serem comuns a 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).

Tabela 4 – Médias, coeficientes de variação (CV), equações de regressão (ER) e coeficientes de determinação (R^2) referentes aos 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, variation coefficient (VC), regression equations (RE) and determination coefficient (R^2) for the intakes of dry matter (IDM), organic matter (IOM), crude protein (ICP), neutral detergent fiber (INDF), total carbohydrates (ICTC), nonfiber carbohydrates (INFC), ether extract (IEE), total digestible nutrients (ITDN), calcium (ICa) and phosphorus (IP), according to the columnar cactus levels in the diets

Item	Níveis de Xiquexique (%) Levels of columnar cactus (%)					CV (%)	ER RE	P L
	0	12,5	25	37,5	50			
CMS (kg/dia) IDM (kg/day)	15,20	15,14	15,67	14,89	15,18	7,06	$\hat{Y} = 15,21$	ns
CMS (%PV) IDM (%LW)	2,83	2,78	2,91	2,76	2,84	6,96	$\hat{Y} = 2,83$	ns
CMSPM(g/kg ^{0.75}) IDM (g/kg ^{0.75})	136,14	135,16	140,30	133,09	135,83	7,07	$\hat{Y} = 136,10$	ns
CMO (kg/dia) IOM (kg/day)	13,96	13,75	14,05	13,19	13,27	7,12	$\hat{Y} = 13,64$	ns
CPB (kg/dia) ICP (kg/day)	1,60	1,63	1,66	1,59	1,68	6,10	$\hat{Y} = 1,64$	ns
CFDN (kg/dia) INDF (kg/day)	7,98	7,45	7,34	6,32	6,27	9,52	1	0,01
CFDN (%PV) INDF (%LW)	1,48	1,38	1,36	1,17	1,16	9,41	2	0,01
CCHT (kg/dia) ICTC (kg/day)	11,93	11,51	11,81	11,06	11,09	7,26	$\hat{Y} = 11,48$	ns
CCNF (kg/dia) INFC (kg/day)	3,78	4,04	4,47	4,46	4,83	6,88	3	0,01
CEE (kg/dia) IEE (kg/day)	0,58	0,53	0,56	0,50	0,47	9,07	4	0,01
CNDT (kg/dia) ITDN (kg/day)	10,49	9,80	9,51	8,81	9,40	7,80	5	0,01
CCa (g/dia) ICa (g/day)	55,76	104,56	151,36	181,48	229,24	13,80	6	0,01
CP (g/dia) IP (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 - $\hat{Y} = 0,064 - 0,0002**XX$ $R^2 = 0,96$

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 nesse trabalho, como elevada temperatura que altera a ingestão de matéria seca (NRC,1989), não houve influência do consumo de MS nos tratamentos experimentais. Esse consumo de MS, deve-se em parte ao conforto ambiental destinado aos animais (Pires et al., 1998), que tem uma relação íntima na ingestão de MS.

Vários fatores estão relacionados com a regulação do consumo de nutrientes, entre eles, físicos e fisiológicos (Mertens, 1994; Van Soest, 1994). Nesse trabalho observou-se que à medida que se aumentava a contribuição do xiquexique nas dietas, se diminuía as quantidades de MS das dietas (Tabela 3), conseqüentemente, os animais, para suprirem suas necessidades, ingeriram maiores volumes da matéria natural das dietas, o que provavelmente regulou o consumo de MS. Dessa forma, a adição de água por si só no rúmen, tem pouco efeito na ingestão, porém, água retida em componente estrutural de forragem ingerida pode limitar consumo (Minson, 1990; Balch & Campling citados por Van Soest, 1994). Em geral é assumido que, alimentos volumosos reduzem a ingestão por meio de enchimento, mas, o tamanho de partícula e tempo necessário para atingir a suficiente ingestão do alimento, pode também limitar o consumo (Stobbs citado por Van Soest, 1994).

Quanto ao fator fisiológico, observa-se que 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 através dos fatores fisiológicos, poderia ter

proporcionado um maior consumo de MS pelos animais, o que não foi observado no presente experimento. Porém, o consumo de NDT em todos os tratamentos ficou acima da exigência preconizada pelo NRC (1989) que é de 8,26 kg/NDT/dia, para vacas com produção e peso semelhantes às utilizadas.

O consumo de PB, não foi influenciado ($P>0,05$) pela inclusão de xiquexique na dieta. Isto possivelmente ocorreu devido às porcentagens semelhantes das dietas e de não ter havido diferença no consumo de MS, favorecendo a uniformização do consumo de PB em todos os tratamentos. O consumo 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.

O consumo de Ca aumentou e o de P diminuiu linearmente ($P<0,01$) com a inclusão do xiquexique na dieta. Esses resultados podem ser explicados pelo aumento das proporções de xiquexique nas dietas, que apresenta alta porcentagem de Ca e baixa de P (Tabela 1). A relação de consumo de Ca e P observada variou de 0,87 a 4,19 : 1.

Os coeficientes das digestibilidades aparentes 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). A não significância das digestibilidades entre os tratamentos pode ser explicada pelo equilíbrio dos teores de FDN e CNF da dieta. Segundo Mertens (2001), as proporções de PB, EE e Cinzas são relativamente constantes em dietas de vacas leiteiras, o equilíbrio está entre fibra solúvel em detergente neutro ou carboidratos não fibrosos.

Tabela 5 – Médias, coeficientes de variação (CV), equações de regressão (ER) e coeficientes de determinação (R^2) 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, variation coefficient (VC), regression equations (RE) and determination coefficient (R^2) of the apparent digestibility of dry matter (ADDM), organic matter (ADMO), crude protein (ADCP), ether extract (AEE), neutral detergent fiber (ADNDF), total carbohydrates (ADTCH), nonfiber carbohydrates (ADNFC), total digestible nutrients (TDN), according to the columnar cactus levels in the diets

Item Item	Níveis de Xiquexique (%) Levels of columnar cactus (%)					CV (%)	ER RE	P L
	0	12,5	25	37,5	50			
DAMS (%) (ADDM)	65,07	64,46	58,62	59,02	61,26	10,66	$\hat{Y} = 61,69$	ns
DAMO (%) (ADMO)	68,08	67,68	63,40	63,50	66,68	8,57	$\hat{Y} = 65,87$	ns
DAPB (%) (ADCP)	59,88	59,67	53,13	54,70	58,99	15,55	$\hat{Y} = 57,27$	ns
DAEE (%) (AEE)	89,70	85,12	84,76	74,57	86,99	9,61	$\hat{Y} = 84,23$	ns
DAFDN (%) (ADNDF)	57,60	55,59	47,15	48,63	50,85	17,29	$\hat{Y} = 51,96$	ns
DACHT (%) (ADTCH)	67,85	67,69	63,53	63,93	66,63	8,16	$\hat{Y} = 65,93$	ns
DACNF (%) (ADNFC)	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 - $\hat{Y} = 0,9015 - 0,0006*XX$ $R^2 = 0,50$

2 - $\hat{Y} = 65,86 - 0,12*XX$ $R^2 = 0,63$

Apesar de ter havido alteração 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, 1991; Allen, 1997). De um modo geral, a não significância dos coeficientes das digestibilidades aparentes, pode ser atribuída ao efeito associativo dos ingredientes da dieta, justificando as ações progressivas das bactérias e protozoários na digestão ruminal e produção final de ácidos graxos voláteis, metano, dióxido de carbono, amônia e células microbianas (Thomas & Rook, 1981).

Para a digestibilidade aparente dos CNF, houve influência negativa ($P < 0,05$) com a inclusão de xiquexique na dieta. No entanto, o comportamento verificado para DACNF desse trabalho foi similar ao observado por Andrade et al. (2002), trabalhando com vacas holandesas, substituindo silagem de sorgo por palma forrageira. Esse comportamento, segundo os referidos autores, parece estar mais relacionado à taxa de passagem. Por outro lado, essa diminuição na digestibilidade aparente dos CNF, poderá estar relacionada com a quantidade de minerais do xiquexique, sendo parte desses minerais, contaminante dos CNF, 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). Essa ausência de significância deve-se ao correto balanceamento das dietas experimentais, com relação aos teores de nutrientes. Sobre as porcentagens de gordura do leite, a FDN apresentou concentrações superiores às recomendações do NRC (2001); portanto, esse atendimento justifica as produções observadas de leite corrigido e as porcentagens de gordura (Mertens, 2001). Os valores obtidos para a composição química do leite deste experimento, estão de acordo com Fonseca (1993), quando afirmou que alguns constituintes do leite são encontrados nas mesmas proporções.

Tabela 6 – Médias, coeficientes de variação (CV) e equações de regressão (ER) referentes à produção de leite (PL) e produção de leite corrigida à 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, variation coefficient (VC) and regression equations (RE) for milk production (MP) and fat corrected milk (FCM), 4 %, milk fat, crud protein (CP), lactose (L), total dry extract (TDE), degreased dry extract (DDE), and, feed efficiency (FE), according to the columnar cactus levels in the diets

Item <i>Item</i>	Níveis de Xiquexique (%) <i>Levels of columnar cactus (%)</i>					CV (%)	ER <i>RE</i>
	0	12,5	25	37,5	50		
PL (kg/dia) <i>MP (kg/day)</i>	14,34	14,80	15,26	14,89	14,72	9,14	$\hat{Y} = 14,80$
PLCG (kg/dia) <i>FCM (kg/day)</i>	13,45	13,90	13,33	13,22	13,20	10,88	$\hat{Y} = 13,42$
G (%) <i>(fat) %</i>	3,59	3,63	3,09	3,13	3,18	14,65	$\hat{Y} = 3,32$
PB (%) <i>(CP) %</i>	3,08	3,05	3,00	3,03	3,17	5,45	$\hat{Y} = 3,02$
LA (%) <i>(L) %</i>	3,53	3,36	3,52	3,42	3,51	6,11	$\hat{Y} = 3,47$
EST (%) <i>(TDE) %</i>	11,33	11,48	10,45	10,95	10,89	5,85	$\hat{Y} = 11,02$
ESD (%) <i>(DDE) %</i>	7,50	7,85	7,36	7,82	7,71	6,33	$\hat{Y} = 7,64$
EA (kgleite/kgMS) <i>(FE) Mp:feed</i>	0,87	0,92	0,85	0,90	0,85	13,47	$\hat{Y} = 0,88$

Apesar de não ter sido avaliado estatisticamente, foi constatado neste experimento, que houve variação positiva de peso vivo em todos tratamentos experimentais (0,46 kg/dia). Um outro ponto que merece atenção, é 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, apresentando uma boa produção de leite, com média de 14,80 kg de leite naquela região.

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 custos : benefícios 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% até 1,41 : 1 para 50% de inclusão. Portanto, para a utilização dessa cactácea no manejo alimentar de vacas em lactação, recomenda-se principalmente em períodos de secas prolongadas, quando a falta de alimentos forrageiros é quase total.

Sendo o xiquexique uma forrageira utilizada na dieta de vacas leiteiras em determinadas regiões semi-áridas do Nordeste em períodos de secas prolongadas, este trabalho confirma o seu valor forrageiro e sugere que mais pesquisas sejam feitas nas áreas nutricional e agrônômica, a fim de que se possa utilizá-lo mais racionalmente.

Conclusões

A inclusão de xiquexique em substituição à silagem de sorgo, proporcionou consumo de nutrientes atendendo as exigências dos animais, produção de leite sem alteração na composição química do mesmo e a digestibilidade aparente foi afetada pelos teores de CNF e de NDT sem interferir nos demais nutrientes.

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, Departamento de Produção Animal, 1965. v.2, p. 1453 -1458.

ANDRADE, D. K. B. 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 : UFPB, 1997. 165 p.

BEN SALEM, 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. 294 p.

BERCHIELLI, T. T. ; ANDRADE, P. de; 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.** 1994. 91f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em História) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Caicó.

FONSECA, F. A. Fisiologia da lactação. Viçosa, MG.: 1993. 213. Cap.12, UFV.. p.104-112.

GERMANO, R. H. 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. **Forragens 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**. Porto Alegre, ano 19, n.110, p.66-70, jul/ago. 1999.

HALL, M. B. et al. A method for partitioning neutral detergent-soluble carbohydrates. **Journal Science Food Agriculture**, v.79, p.2079-2086, 1999.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **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-rio-grandense**: 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. 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. de A. 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. 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. de; 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...** Madson : Editora, 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. J. Forage in ruminant nutrition. In: Animal feeding and nutrition. A series of monographs and treatises. 1990. 483p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of the dairy cattle**. 6 ed. Washington, D.C., 1989. 158 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of the dairy cattle**. 7 ed. Washington, D.C., 2001. 363 p.

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. de F. A.; CAMPOS, A. T. de; FERREIRA, A. de 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. et al. **Palma versus silagem na alimentação de vacas leiteiras**. Recife : IPA. 1970. 20p. (Boletim Técnico, 49).

SANTOS, M. V. F. dos 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. 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: UFV, p.253, 2002.

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. 88 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1998.

SILVA, J. G. M. ; LIMA, G. F. da C. ; PAZ, L. G. da. Degradabilidade *in situ* da matéria seca de cactáceas nativas, silagem de sorgo e concentrado. . In: REUNIÃO ANUAL DA

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, Viçosa, 2000. **Anais...** Viçosa : Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. p. 65.

SNIFFEN, C. 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. et al. Nutrient requeriment 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. **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. 150 p. (Manual do usuário).

VALADARES FILHO, S. C.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CAPELLE, E. R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos.** Viçosa : UFV, 2002. 297 p.

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. 476 p.

WANDERLEY, W. L. 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.