

PALMA FORRAGEIRA: ADAPTAÇÃO E IMPORTÂNCIA PARA OS ECOSISTEMAS ÁRIDOS E SEMIÁRIDOS

Francisco Tomaz de Oliveira

Prof. do IFPB-Campus Sousa e Doutorando em Fitotecnia, **Dinter** CAPES Campus Iguatu-CE - IFCE/UFERSA
E-mail: tomazdeoliveira@bol.com.br

Jacob Silva Souto

Prof. Associado do CSTR. Universidade Federal de Campina Grande-Campus de Patos-PB
E-mail: Jacob_souto@uol.com.br

Raniere Pereira da Silva

Prof. do IFPB-Campus Sousa e Doutorando em Fitotecnia, **Dinter** Campus Iguatu IFCE /UFERSA
E-mail: raniereps2@yahoo.com.br

Francisco Cicupira de Andrade Filho

Prof. do IFPB-Campus Sousa e Doutorando em Fitotecnia, **Dinter** Campus Iguatu IFCE /UFERSA
E-mail: cicupiraifpb@yahoo.com.br

Ednaldo Barbosa Pereira Júnior

Prof. do IFPB-Campus Sousa e Doutorando em Fitotecnia, **Dinter** Campus Iguatu IFCE /UFERSA
E-mail: ebjpr2@hotmail.com

RESUMO – *Opuntia ficus - indica* (L) Mill é uma planta de múltiplos usos, nativa do México e pertencente à família cactácea. No Brasil é cultivada no Nordeste, sendo considerada a reserva forrageira da região. Esta revisão de literatura tem por objetivos descrever e discutir as características botânicas, ecofisiológicas e econômicas da cultura com a finalidade de estimular o seu cultivo nos ecossistemas áridos e semiáridos.

Palavras-chave: Palma forrageira, semiárido, cactácea e plantas CAM

LA CHUMBERA: ADAPTACIÓN Y ECOSISTEMA DE IMPORTANCIA ÁRIDAS O SEMIÁRIDAS

RESUMEN - *Opuntia ficus - indica* (L) Mill El Cardón de México, La *Chumba* o la *Chumbera* es una planta multipropósito, originario de México y pertenece a la familia de los cactus. En Brasil se cultiva en el noreste, teniendo en cuenta las reservas de forraje en la región. Esta revisión de la literatura tiene como objetivo describir y analizar las características botânicas, ecofisiológicas y cultura económica a fin de promover su cultivo en ecossistemas áridos y semiáridos.

Palabras claves: forraje Palma, semi-áridas, los cactus y la CAM

CACTUS PEAR: ADAPTATION AND IMPORTANCE FOR ECOSYSTEM ARID OR SEMIARID

ABSTRACT: *Opuntia ficus – indica* (L) Mill is a plant of various uses, native México and belonging to cactaceae family. In Brazil is cultivated at the northeast, being considered the allocation forgae from the region. This literature review has as objectives to describe and discuss botanical, ecophysiological and economical characteristics of culture with a goal to stimulate your cropping in the arid and semiarid ecosystems.

Key-words: Forage palm, semiarid, cactaceae and CAM plants

INTRODUÇÃO

As regiões, climaticamente, definidas como áridas e semiáridas, representam aproximadamente 48 milhões de km², distribuídas em 2/3 dos países do mundo, onde vive uma população estimada em 630 milhões de pessoas. Nestas, o fenômeno da seca é normal e causa sérios prejuízos ao setor agropecuário.

O futuro desses ecossistemas depende do manejo sustentável de sistemas agrícolas fundamentados no uso de cultivos adaptados às suas condições. A geração de tecnologias capazes de contribuir no processo de transformação desta realidade passa necessariamente pela exploração de culturas mais apropriadas a suportarem as condições de falta de água, altas temperaturas, solos de baixa fertilidade que exijam poucos insumos, fácil manejo no plantio e que forneçam alimento e forragem para a agricultura de subsistência.

No Brasil, a faixa territorial considerada como semiárida, abrange uma área de 969.589,4 km², representando 11,39% do território brasileiro e 60% da região Nordeste (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO, 2005). Esta área é caracterizada por apresentar solos rasos de média a alta fertilidade, escassez e irregularidade das chuvas, que causam severos danos à economia regional com custos sociais elevados.

Uma das principais atividades desenvolvidas na região Nordeste do Brasil é a pecuária, com destaque para os rebanhos bovino, ovino e caprino, que no geral são criados extensivamente, alimentando-se da vegetação nativa e apresentando baixos índices de produtividade. Conforme Oliveira et al., (2010), nesta área, é preciso valorizar as plantas forrageiras que melhor se adaptam as suas condições climáticas.

A palma forrageira (*Opuntia ficus indica* (L.) Mill), cuja área cultivada no Brasil alcança cerca de 550.000 ha (ARAÚJO et al., 2005), aparece neste contexto como uma alternativa de cultivo, adaptada ao clima semiárido, visto ser uma cultura com mecanismo fisiológico especial no que se refere à absorção, aproveitamento e perda de água. A sua importância, como reserva forrageira, é significativa na sustentabilidade da pecuária regional, segmento fortemente atingido pela escassez de alimentos. De acordo com Morais e Vasconcelos (2010), esta planta se destaca como um volumoso suculento muito importante para os rebanhos, especialmente nos períodos de secas prolongadas.

É inegável o potencial significativo desta cultura para contribuir no desenvolvimento das zonas áridas e semiáridas, sobretudo, nos países em desenvolvimento, onde a exploração racional e econômica de suas espécies ajudará na conservação do meio ambiente e segurança alimentar dos rebanhos (CHIACCHIO et al., 2006).

Do ponto de vista científico, existe uma carência de trabalhos de pesquisa com esta cactácea no semiárido

brasileiro, em especial, nas condições ecológicas dos sertões nordestinos.

A crescente demanda de consumo por produtos de origem animal exige uma maior produção de forragem, e sendo a palma forrageira uma alternativa, é importante um aprofundamento no estudo desta planta como resposta a este desafio.

Tendo em vista que a cultura da palma forrageira pode oferecer uma grande contribuição ao desenvolvimento da pecuária do Nordeste brasileiro, o objetivo deste trabalho foi mostrar, com base na literatura pertinente, o potencial de adaptação desta planta as regiões áridas e semiáridas.

ORIGEM E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA

A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill) é uma espécie de múltiplos usos, nativa do México, país que a explora desde o período pré-hispânico, detendo a maior riqueza de cultivares (REYES-AGUERO et al., 2005).

Esta espécie, uma das plantas mais destacadas do império Asteca, originalmente cultivada somente no continente Americano, encontra-se atualmente distribuída em todo o mundo, desde o Canadá (latitude 59°N) a Argentina (latitude 52°S), do nível do mar aos 5100 m de altitude no Peru. Da Europa, para onde foi levada desde 1520, esta cactácea mexicana se espalhou, a partir do Mediterrâneo, para a África, Ásia e a Oceania (HOFFMANN, 2001).

Dotada de mecanismos fisiológicos que a torna uma das plantas mais adaptadas às condições ecológicas das zonas áridas e semiáridas do mundo, a palma forrageira se adaptou com relativa facilidade ao semiárido do Nordeste Brasileiro. O seu cultivo no Nordeste do Brasil, com a finalidade forrageira, começou no início do século XX, o mesmo acontecendo nas regiões áridas e semiáridas dos Estados Unidos, África e Austrália (TEIXEIRA et al., 1999).

CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS

A palma forrageira pertence à Divisão: Embryophyta, subdivisão: Angiospermea, classe: Dicotyledoneae, subclasse: Archiclameidae, ordem: Opuntiales e família das Cactáceas (SILVA e SANTOS, 2006). No Nordeste do Brasil são cultivadas duas espécies, conhecidas como *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill e *Nopalea cochenilifera* (L.) Salm Dyck (FARIAS et al., 2005). A espécie *Opuntia ficus-indica*, também é conhecida como palma-graúda, palma-da-índia, palma-grande, palmatória, palma redonda, palma-santa, palma-sem-espinho, palma-azedada, cactus-burbank, figo-da-índia,

figueira-da-barbaria, figueira-da-índia, figueira-do-inferno, figueira-moura e tuna-de-castilha (ARAÚJO FILHO, 2000).

A família cactácea possui cerca de 130 gêneros e 1500 espécies, das quais 300 são do gênero *Opuntia* Mill (MOHAMED-YASSEEN et al., 1996). O gênero *Opuntia*, bem como o *Nopalea* são os mais importantes devido a sua utilidade para o homem (VALDEZ e OSORIO, 1997). Este é provavelmente, dentre os gêneros desta família o que teve maior sucesso nos processos de distribuição, dispersão e multiplicação. O êxito ecológico e do ponto de vista evolutivo pode ser atribuído à forte associação com os animais durante a reprodução (REYES-AGUERO et al., 2006).

A palma gigante possui como características o seu porte arborescente com 3-5 m de altura, coroa larga, glabra, 60-150 cm de largura do caule, raquetes obovadas com 30 a 60 cm de comprimento, 20 a 40 cm de largura e 19 a 28 cm de espessura. Possuidoras de uma cor verde escura, estas são cobertas de uma camada de cera, cuja espessura atinge 10 a 50 μ m. As flores possuem (60)7-9(-10) cm de comprimento, tem cor laranja ou amarela, o pericarpo é 2-2,5 vezes mais comprido do que o perianto. O fruto possui sabor doce, é suculento, comestível, apresentando 5 a 10 cm de comprimento e 4 a 8 cm de largura, coloração variável, indo desde a amarela, laranja e vermelha com muita polpa e casca fina. As sementes são obovadas e discóides com 3 a 4 mm de diâmetro (SCHEINVAR, 2001).

As aréolas estão dispostas em 8-9 séries espirais, piriformes, com 2-4,5 mm de comprimento e cerca de 1-3 mm de largura, onde os espinhos são quase ausentes, dificilmente um em poucas aréolas. Os estômatos aparecem uniformemente de ambos os lados da superfície do caule. Na *Opuntia ficus-indica* são cerca de 15 a 35 por mm^2 . O sistema radicular é composto de raízes carnosas e superficiais, com uma distribuição horizontal, cuja distribuição pode depender do solo e do manejo da cultura. Estas são diferentes de outras plantas, porque possuem características xeromórficas que garantem a sua sobrevivência por períodos longos de seca. Observam-se quatro tipos de raízes na palma forrageira: as estruturais, as absorventes, em esporão e as desenvolvidas de aréolas. Em todos os tipos de solos, as raízes absorventes atingem uma profundidade máxima de 30 cm e uma dispersão de 4 a 8 cm (SUDZUKI-HILLS, 2001).

SISTEMA RADICULAR

Quando se estuda uma planta, costuma-se subdividi-la em duas partes. A que fica acima do solo é chamado de parte aérea e a que fica abaixo do solo de parte radicular, sendo esta última responsável pela absorção de água e nutrientes (VEGA et al., 2005). O sistema radicular das plantas terrestres possui funções primárias de fixação, absorção, condução de água e

nutrientes do solo, bem como, armazenamento, síntese de reguladores de crescimento, propagação e dispersão, então tida como funções secundárias (GIBBENS e LENZ, 2001).

As raízes finas (< 1 mm) são consideradas as principais nos processos de absorção de água e nutrientes pela planta, sendo observada grande variação na sua distribuição no perfil do solo, em função do genótipo e da época de amostragem. Existem evidências de que a sua extensão é uma característica hereditária, que se relaciona com o fator nutricional, potencial produtivo e capacidade de adaptação ao estresse ambiental (MELLO et al., 1998). A palma forrageira é uma cultura que apresenta uma rede de raízes finas próximas da camada superficial do solo (até 10-20 cm) adaptada para absorver a água de chuvas leves e até do orvalho, caracterizando uma vantagem em locais de índice pluviométrico baixo. Outra característica é a morte e renovação de um percentual das raízes, conforme a falta de água por períodos mais prolongados e o retorno da umidade ao solo (SAMPAIO, 2005). Para Zúñiga-Tarango et al. (1999), de acordo com estudos feitos no México, no geral, as raízes da palma forrageira se desenvolvem na camada de solo de 0-18 cm, onde foram encontradas 96% da massa radicular, registrando-se somente cerca de 3% na faixa de 18 a 36 cm.

Em estudos feitos na África do Sul, com as espécies *Opuntia ficus-indica* e *Opuntia robusta*, observou-se que a maior concentração de raízes ocorreu nos primeiros 15 cm do solo e que o peso total destas, quando secas, atingiu o valor de 239 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ e 316 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ a uma profundidade de 1,20 m, respectivamente (SNYMAN, 2006a). Em outro trabalho desenvolvido neste mesmo país, onde se estudou o perfil radicular e o uso eficiente da água em um palmar, concluiu-se que as raízes desta planta são superficiais, com o maior percentual nos primeiros 10 cm do solo, onde estas no primeiro ano de plantio se espalham superficialmente e horizontalmente, podendo atingir 1,5 m a 1,8 m da planta. Devido à superficialidade das raízes, a drenagem é um fator muito importante no manejo da cultura, haja vista a baixa tolerância da mesma à falta de oxigênio na zona radicular (SNYMAN, 2005).

Pinto (2002), avaliando o comportamento da espécie *Opuntia ficus* - indica, cv. Gigante, na microrregião do cariri ocidental do estado da Paraíba-Brasil, independente do espaçamento utilizado, mais de 76 % da distribuição radicular desta cultura se concentrou nos primeiros 20 cm de profundidade do solo, comprovando a superficialidade do seu sistema radicular. Oliveira (2008), estudando esta espécie, nas condições edafoclimáticas do município de Patos-PB, verificou nas três épocas avaliadas (120, 240 e 360 dias após o plantio) que a densidade radicular na linha de plantio, até 10 cm de profundidade, correspondeu a 71,34 %, 65,96 % e 66,96 %, respectivamente.

O efeito de várias estratégias de aplicação de água no desenvolvimento da palma forrageira permitiu a

observação em ensaios experimental feitos na África do Sul, que a massa e o comprimento das raízes tiveram uma redução significativa ($p < 0,05$) com o estresse hídrico, enquanto a relação massa de raízes e comprimento aumentou significativamente ($p < 0,05$). Portanto, concluiu-se que existe pouco conhecimento a respeito da dinâmica do sistema radicular desta cactácea, bem como a idéia comumente divulgada de que a palma necessita de pouca água para atingir alta produção é respaldada em informações científicas limitadas (SNYMAN, 2004b).

A distribuição das raízes no solo é o resultado de uma série de processos complexos e dinâmicos, que incluem as interações entre o ambiente, o solo e as plantas em pleno crescimento (FANTE JÚNIOR et al., 1999). No caso da palma forrageira, estudos realizados na África do Sul mostraram o efeito do estresse hídrico no seu desenvolvimento radicular. Foi observado um aumento no comprimento das raízes durante o período da manhã (06:00-12:00 h.), mesmo com o aumento do estresse hídrico. A razão para este fato pode ser a produção de substâncias de crescimento durante a noite pelo modelo fotossintético MAC. O oposto ocorreu no período da tarde. Enquanto isto, no período da noite (18:00-06:00 h.), foi observado um aumento no crescimento radicular com o estresse hídrico, talvez devido a uma maior eficiência no uso da água e a baixa temperatura da noite (SNYMAN, 2004a).

Wilcox et al. (2004), explica que em áreas de clima árido, a umidade do solo é geralmente tida como principal fator a afetar o crescimento radicular, enquanto outros estudos reforçam a hipótese de que a temperatura do solo atua secundariamente. Correlação significativa não foi encontrada entre comprimento das raízes finas e temperatura do solo. Verificou-se que respostas das raízes finas à temperatura do solo podem ser específicas por espécies, ou seja, algumas são mais tolerantes do que outras. O que ficou evidenciado em estudos desenvolvidos nos E.U.A, foi que o crescimento radicular da palma forrageira sofreu influências significativas da temperatura do solo, temperatura da parte aérea e do nível de CO_2 atmosférico (DRENNAN e NOBEL, 1998). Em condições de seca prolongada, as raízes da espécie *Opuntia ficus-indica* diminuem o seu espessamento que pode criar vácuos de ar ao seu redor, por onde a água se move na forma de vapor. Como a água no solo se movimenta mais na forma líquida do que na forma de vapor, os vácuos de ar podem atrasar o fluxo de água dentro ou fora das raízes (NOBEL, 1997). Foi observado que uma das mais importantes demonstrações de tolerância à seca desta espécie é o desenvolvimento das raízes de chuva, assim chamadas porque surgem nas primeiras horas após o solo ser molhado e desaparece tão logo o solo fique seco. Estas são extensas, densas, próximas à superfície do solo e absorvem rapidamente a pequena quantidade de água (SNYMAN, 2006b).

Quanto aos atributos químicos do solo, segundo Berry e Nobel (1985), ao estudarem em condições de casa

de vegetação na Universidade da Califórnia-EUA, notaram a influência dos níveis de salinidade (NaCl), boro, metais pesados (Cu e Zn), cálcio e pH nas espécies *Opuntia ficus-indica* e *Ferocactus acanthodes*, chegaram à conclusão de que as duas culturas foram tolerantes ao baixo nível de cálcio e a variação no pH de 4,5 a 8,5. Foi observado, nas duas espécies, que o peso seco das raízes não foi afetado significativamente pela mudança do pH, indicando então que o potencial de hidrogênio do solo aparentemente não influi no crescimento radicular.

EXIGÊNCIAS EDAFOCLIMÁTICAS

O crescimento e o desenvolvimento satisfatório das plantas dependem da combinação adequada do manejo cultural, dos fatores ambientais e do potencial genético da variedade.

A palma forrageira é encontrada em uma ampla faixa de solos: dos vertissolos e luvisolos mexicanos até os regossolos e cambissolos italianos. O pH varia de subácido a subalcalino, demonstrando a boa adaptação da espécie. Solos com profundidade de 60 a 70 cm são bons para o desenvolvimento radicular superficial da cultura. Solos mal drenados, lençol freático raso e presença de camada superficial impermeável são prejudiciais ao bom desenvolvimento da planta. O percentual de argila além de 20% contribui para a putrefação das raízes (INGLESE, 2001). Solos salinizados também não são adequados ao cultivo desta planta, pois prejudicam o desenvolvimento das raízes e da parte aérea (DUBEUX JÚNIOR e SANTOS, 2005). A cultura, ao contrário do que muitos produtores imaginavam, é relativamente exigente no que se refere aos atributos químicos e físicos do solo. Sendo férteis, são indicados os de textura arenosa a argilosa, sendo os argilo-arenosos os mais recomendados (FARIAS et al., 1984).

As condições climáticas exercem uma forte influência no crescimento e desenvolvimento da palma forrageira. Conforme pesquisas feitas no México, existe correlação significativa entre a variável temperatura, produção e absorção de nutrientes, sendo possível concluir que estes fatores são importantes para o aumento da produção (ORONA-CASTILLO et al., 2004).

No geral, as *Opuntias* são nativas em vários ambientes, indo das regiões tropicais do México, com temperaturas sempre acima de 5°C até regiões do Canadá, onde as temperaturas de inverno alcançam até -40°C. Porém, estudos mostram que temperaturas de 25°C durante o dia e de 15°C durante a noite é uma combinação ideal (NOBEL, 2001). Locais onde as noites são frias e a umidade do ar elevada, com a possível ocorrência de orvalho, representam condições ótimas para o cultivo desta planta. Em localidades cujas noites são quentes e secas, a cultura perde muita água e o seu desenvolvimento é prejudicado (SAMPAIO, 2005).

No Estado do Rio Grande do Norte-Brasil, Guerra et al. (2005), avaliando 22 genótipos e as variedades gigante, redonda e miúda nos municípios de Lagoa dos Velhos, Santa Cruz, São Gonçalo do Amarante e Lages, verificaram que a produtividade da palma forrageira foi maior nas localidades onde a temperatura noturna ficou na faixa de 19°C a 21,5°C e a precipitação pluviométrica média de 700 mm.ano⁻¹. Nos locais que choveram em média 500 mm.ano⁻¹ e as noites foram mais quentes a produtividade do palmar foi menor. Nestas condições de déficit hídrico na maior parte do ano, as plantas perderam bastante água durante a noite, e esta não foi compensada na mesma quantidade durante o dia, o que resultou em menor desenvolvimento da cultura. Por outro lado, na região que choveu mais que 1000 mm.ano⁻¹, o resultado foi uma baixa produtividade, possivelmente em função da excessiva pluviosidade.

Na Índia, clones de *Opuntia* cultivados em locais onde o índice pluviométrico foi inferior a 350 mm.ano⁻¹ e a temperatura excedeu a 40°C por um longo período do ano, necessitaram de irrigação para que atingissem um significativo índice de crescimento. Os estudos sugerem que pesquisas sejam feitas, com o objetivo de selecionarem clones de *Opuntia* que demonstrem tolerância superior ao estresse hídrico (FELKER e INGLESE, 2003). Enquanto isso, Nobel e Zutta (2008), quando estudavam na Universidade da Califórnia-EUA, em ambiente de casa de vegetação, a resistência à temperatura pelo caule e raízes de duas espécies de cactus, *Nopalea cochenillifera* e *Opuntia robusta*, concluíram que as raízes apresentaram aclimatação para temperaturas extremas.

Situações extremas, como regiões marcadas por invernos com temperaturas frias, representam uma grande limitação ao cultivo da palma forrageira. No entanto, pesquisas feitas na região de Mendoza-Argentina mostraram que a espécie *Opuntia ficus-indica* é uma das mais indicadas para a produção de forragem nas áreas com invernos extremamente frios (-5°C < T < 3°C) (GUEVARA et al., 2000).

ADAPTAÇÕES AS ZONAS ÁRIDAS E SEMIÁRIDAS

As regiões áridas e semiáridas do mundo carecem de uma seleção adequada de plantas, para tornarem seus sistemas agrícolas sustentáveis. Das diversas famílias de plantas que existem nestas áreas, as cactáceas são uma das mais importantes, em virtude dos seus mecanismos de adaptação à escassez de água, o que permite a sua perenidade em ambientes algumas vezes de extrema condição de aridez (ROJAS-ARÉCHIGA e VÁZQUEZ-YANES, 2000; ARAÚJO et al., 2004).

As cactáceas são possuidoras de mecanismos morfofisiológicos que permitem a absorção de água da mais ligeira chuva e reduzem a sua evaporação ao

mínimo. A grande maioria das *Opuntias* sobrevive a prolongadas secas. Destas, a *Opuntia ficus-indica* é a mais importante das cactáceas utilizadas na agricultura (KIESLING, 2001). Esta planta é detentora do processo fotossintético conhecido como metabolismo ácido das crassuláceas (MAC), que apresenta uma alta eficiência no uso da água, em virtude da absorção do CO₂ no período noturno e a transformação deste em biomassa pela luz do sol durante o dia, tornando-se uma cultura recomendada para ser explorada nas regiões áridas e semiáridas, onde a água é o principal fator limitante ao desenvolvimento da agropecuária (RAVETTA e MCLAUGHLIN, 1996; FARIAS et al., 2000; SINGH e SINGH, 2003).

A eficiência no uso da água (kg de água/ kg de matéria seca) por parte das plantas MAC é muito superior às plantas de metabolismo C₃ e C₄. Em relação às plantas C₃ essa superioridade atinge até onze vezes (SAMPALIO, 2005). Conforme observações de Mohamed-Yasseen et al. (1996), a capacidade de adaptação desta cultura aos ecossistemas áridos e semiáridos, também se expressa no seu potencial de armazenar água e nutrientes no período das chuvas, para serem usados na época seca, mais economicamente do que as culturas alternativas.

Pesquisas realizadas no Texas-EUA, durante quatro anos, mostraram que a palma forrageira apresentou um nível de eficiência no uso da água de 162 kg de água.kg.matéria seca⁻¹, eficiência superior a qualquer outra espécie de planta (C₃ e C₄), segundo medições feitas em nível de campo (HAN e FELKER, 1997). Por outro lado, resultados de experimentos conduzidos em quatro municípios do semi-árido do Estado de Pernambuco-Brasil, evidenciaram que em todas as localidades pesquisadas, o palmar adensado (40.000 plantas.ha⁻¹) foi mais eficiente no uso da água da chuva, o que resultou em uma maior produção de forragem por unidade de índice pluviométrico (DUBEUX JÚNIOR et al., 2006).

Nas zonas áridas e semiáridas do Mediterrâneo, a produção de forragem da *Opuntia ficus-indica* atingiu 60-80 Mg.ha⁻¹.ano⁻¹ de matéria verde (12-16 Mg MS) sob uma precipitação média anual de 400-600 mm, sem adubação mineral ou orgânica. Rendimentos de 50 Mg de MS.ha⁻¹.ano⁻¹ são alcançados sob condições favoráveis de água e nutrientes, enquanto em regiões áridas, com pluviosidade média anual de 200-400 mm e sem fertilizante, a produção pode atingir 20-60 Mg de MV.ha⁻¹.ano⁻¹ (4-12 Mg MS) (HOUÉROU, 1996).

Enquanto isto, estudos realizados no México notaram efeito significativo da espécie e do estágio de crescimento sobre a percentagem de matéria seca da palma forrageira. Os dados sinalizam para uma possível relação entre a capacidade de utilização da água armazenada pela planta e o índice pluviométrico médio anual das regiões de origem das espécies (RAMÍREZ-TOBIAS et al., 2007).

Conforme pesquisas desenvolvidas na Universidade de Chapingo-México, verificou-se que o estresse hídrico influi na fisiologia do palmar, onde foi

observada em condições de seca severa (sem irrigação) uma diminuição significativa da clorofila nas raquetes com seis meses de idade. No clorênquima, ocorre uma redução da clorofila a+b em 42,3%, da clorofila a em 34,2% e da clorofila b em 31,4% e no parênquima a redução foi de 39,6%, 35,8% e 23,6% respectivamente (BECERRIL e VALDÍVIA, 2006).

No Brasil, com destaque para a região Nordeste, o cultivo desta cactácea foi incentivado, em virtude de seus atributos morfológicos serem adequados a regiões semiáridas (TEIXEIRA et al., 1999).

No Cariri da Paraíba-Brasil, foram estudadas variedades de palma forrageira com a finalidade de verificar o seu potencial de adaptação. As variedades do gênero *Opuntia* mostraram um maior potencial de adaptação às regiões de baixa disponibilidade de água no solo, em virtude da reserva hídrica contida nas suas raquetes (SALES e ANDRADE, 2006).

Mesmo sendo uma planta adaptada às condições de semiaridez do Nordeste brasileiro, pesquisas feitas com clones desta cultura mostraram que a sua produtividade é inferior às outras culturas forrageiras, como cana-de-açúcar, milho, sorgo, capim elefante, etc. Esta constatação reforça a importância da pesquisa visando a obtenção de clones mais produtivos do que os atuais (SANTOS et al., 1994).

IMPORTÂNCIA PARA O SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Em virtude da possibilidade de se obter vários produtos e subprodutos da palma forrageira, com destaque para uso na alimentação humana e animal, na medicina humana, na indústria de cosméticos e na produção de aditivos naturais, a palma representa uma alternativa de renda para os que habitam as regiões áridas e semiáridas em diferentes partes do mundo (SÁENZ, 2000; SÁENZ et al., 2004). É uma cultura detentora de grande potencial, capaz de contribuir positivamente na viabilidade econômica das pequenas e médias propriedades, notadamente na alimentação dos rebanhos (GALINDO et al., 2005). O seu cultivo ganha cada vez mais importância com o avanço da desertificação, onde o uso de tecnologias apropriadas e de culturas adequadas garante o desenvolvimento sustentável (INGLESE et al., 1995).

A região Nordeste do Brasil possui uma área de 550.000 ha ocupada com a plantação de palma forrageira, com destaque para Alagoas e Pernambuco, Estados com a maior área cultivada (ARAÚJO et al., 2005). É nesta região que fica a maior parte do semiárido brasileiro, que possui como características um alto índice de evaporação anual, superior a 2000 mm e média anual de chuvas inferior a 750 mm, concentrados em uma única estação de 3 a 5 meses. Alguns anos a estiagem é prolongada, resultando no fenômeno das secas. Esta fragiliza a economia regional, causando o êxodo das populações

mais desprotegidas, agravando os problemas da região (BANCO DO NORDESTE, 2005).

Para estudiosos da agropecuária baiana, o Estado da Bahia-Brasil com seus 360 mil km² de semi-árido, que equivale a 64% do território estadual, acredita na grande diversidade de usos e aplicações desta cultura, que embora esteja sendo utilizada na alimentação animal, vem sendo desperdiçada a sua enorme potencialidade de contribuir para melhoria dos índices sociais e econômicos desta região, criando emprego, renda, produção de alimentos e preservação ambiental (CHIACCHIO et al., 2006).

No período das chuvas, a oferta de forragem é quantitativa e qualitativamente satisfatória, porém, na época seca, que representa a maior parte do ano, além da escassez de pastagens, o seu valor nutricional é baixo, prejudicando a produção de carne e leite (LOPES et al., 2005). Este grande problema da pecuária do Nordeste brasileiro, que é a oferta irregular de forragem, causa um grande prejuízo a este segmento da economia. A constância no aparecimento de anos secos faz da palma forrageira um alimento classificado como estratégico para esses períodos, quando o crescimento de outras forrageiras é limitado pelo baixo índice pluviométrico (CAVALCANTE, 2007; ROMO et al., 2006).

Evidentemente, esta planta significa uma opção dos criadores para amenizarem a fome dos seus animais (FARIAS et al., 2000; SANTOS et al., 2001; FROTA et al., 2004). As características de alta palatabilidade, produção de biomassa e resistência à seca fazem desta planta um alimento valioso para os rebanhos desta região (SANTOS et al., 2005). A palma é um alimento muito fornecido aos rebanhos, independente da época do ano. A sua produção é essencial para alimentação dos ruminantes, principalmente em virtude da economia em rações concentradas e pelo aumento de produtividade (LIMA et al., 2004).

Estudos conduzidos por pesquisadores da Empresa Paraibana de Pesquisa Agropecuária, a palma enriquecida com fungos adequados tem o seu valor nutricional melhorado com o acréscimo de proteína microbiana, minerais como fosfato, potássio e vitaminas do complexo B. Essa tecnologia, prática e economicamente viável, poderá contribuir para alimentar pequenos ruminantes no semi-árido paraibano na época crítica do ano (ARAÚJO et al., 2007). Enquanto isto, pesquisas realizadas na região norte do México e no sul dos E.U.A concluíram que a alta produtividade alcançada pela palma aumentou a sua importância na alimentação de bovinos nas regiões que apresentam déficit hídrico (RODRIGUEZ, 1997a). Porém, na região norte do México, verifica-se ser muito alto o seu potencial na alimentação de caprinos em produção, nas condições ecológicas áridas e semi-áridas, em virtude desta planta ser o mais importante recurso natural destes ambientes (RODRIGUEZ, 1997b).

A oferta de água é outro sério problema do semi-árido nordestino. O rebanho, além de mal alimentado,

sofre com o insuficiente suprimento de água para atender às suas necessidades. A palma forrageira, além de ser um recurso alimentar muito importante, as suas raquetes suculentas alivia o irregular suprimento hídrico a esses animais, reforçando desse modo a sua importância como fonte de água e cultura de alto valor para as regiões onde a água é fator limitante (OLIVEIRA, 2006; VIEIRA, 2006; WAAL et al., 2006; BISPO, 2007) Resultados de pesquisas mostraram que, na África do Sul, ovelhas alimentadas com um suprimento adequado de palma exigiram uma quantidade de água menor para atender suas necessidades fisiológicas (SALEM et al., 2002).

Nutricionalmente, as Opuntias possuem alto teor de umidade (85-90%), alta digestibilidade in vitro (cerca de 75%), baixos teores de proteína (cerca de 5%), alto conteúdo de vitamina A, 29 µg de carotenóides e 13 mg de ácido ascórbico por 100 g de raquetes, matéria orgânica (67%), energia (2,61 Mcal/kg), fibras cruas (4,3%), fósforo (0,08-0,18%), cálcio (4,2%), potássio (2,3%) e magnésio (1,4%) (FELKER, 2001). Porém, um estudo da composição química-bromatológica da palma forrageira, independente do gênero, apresentou baixos teores de MS (11,69+-2,56%), PB (4,81+-1,16%), fibra em detergente neutro (26,79+-5,07%), fibra em detergente ácido (18,85+-3,17%), carboidratos totais (81,12+-5,9%), carboidratos não fibrosos (58,55+-8,13%), carboidratos não estruturais (47,9+-1,9%) e material mineral (12,04+-4,7%). Por outro lado, apresenta altos teores de cálcio (2%-5,7% da MS), potássio (1,5-2,58% da MS), magnésio (1,3-1,7% da MS) e baixo teor de fósforo (0,1-0,6% da MS) (FERREIRA, 2006).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As duas espécies de palma forrageira cultivadas no Nordeste do Brasil são: *Opuntia ficus-indica* (L) Mill, vulgarmente chamada de palma gigante ou azeda e palma redonda, e *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm Dyck, conhecida como palma miúda, doce ou língua de vaca.

O cultivo da palma forrageira no semiárido brasileiro é uma importante ferramenta na sustentabilidade da pecuária regional.

Assim como as outras culturas, a palma forrageira alcança elevada produtividade quando manejada racionalmente, tais como: correção e adubação do solo, densidade de plantio adequado, controle de plantas daninhas e manejo correto da colheita.

A diversificação de uso desta planta, dela se obtendo vários produtos e subprodutos, representam uma opção de renda para os habitantes das regiões áridas e semiáridas.

Em se tratando de uma planta eficiente no que se refere à absorção, aproveitamento e perda de água, ainda, são poucas as pesquisas com esta cactácea, principalmente nas condições ecológicas dos sertões nordestinos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO FILHO, J.T. de. **Efeitos da adubação fosfatada e potássica no crescimento da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.)- Clone IPA-20.** Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, 2000, 78f. (Dissertação de Mestrado).

ARAÚJO, G.G.L. de; HOLANDA JÚNIOR, E.V.; DANTAS, D.B.; MEDINA, F.T. As forrageiras nativas como base da sustentabilidade da pecuária do semi-árido. In: III Congresso Nordestino de Produção Animal, IX Simpósio Nordestino de Alimentação de Ruminantes, IV Simpósio Paraibano de Zootecnia, 2004, Campina Grande-PB. **Anais...** CD-ROM, Campina Grande, 2004.

ARAÚJO, L. de F.; OLIVEIRA, L. de S.C.; PERAZZO NETO, A.; ALSINA, O.L.S. de; SILVA, F.L.H. da. Equilíbrio higroscópico da palma forrageira: Relação com a umidade ótima para fermentação sólida. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 3, p. 379-384, 2005.

ARAÚJO, L. de F.; BRITO, E.A. de; BARREIRO NETO, M.; OLIVEIRA JÚNIOR, S. de; SANTOS, E.S. dos. Bioconversão da palma forrageira- Alternativa alimentar para pequenos ruminantes. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 1, n. 1, p. 59-61, 2007.

BANCO DO NORDESTE. **Agenda do produtor rural.** Fortaleza-CE, 2005. 263p.

BECERRIL, G.A.; VALDIVIA, C.B.P. Alteraciones fisiológicas provocadas por sequia en nopal (*Opuntia ficus-indica*). **Revista Fitotecnia Mexicana**, v. 29, n. 3, p. 231-237, 2006.

BERRY, W.L.; NOBEL, P.S. Influence of soil and mineral stresses on cacti. **Journal of Plant Nutrition**, v. 5, n. 8, p. 679-696, 1985.

BISPO, S.V. **Substituição do feno de capim elefante por palma forrageira em dietas para ovinos.** Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, 2007, 56f. (Dissertação Mestrado).

CAVALCANTE, M.C. de A. **Comportamento ingestivo de caprinos e ovinos alimentados com palma gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill) e palma orelha-de-elefante (*Opuntia sp.*).** Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, 2007, 40f. (Dissertação Mestrado).

CHIACCHIO, F.P.B.; MESQUITA, A.S.; SANTOS, J.R. dos. Palma forrageira: uma oportunidade econômica ainda desperdiçada para o semi-árido baiano. **Bahia Agrícola**, v. 7, n. 3, p. 39-49, 2006.

- DRENNAN, P.M.; NOBEL, P.S. Root growth dependence on soil temperature for *Opuntia ficus-indica*: influences of air temperature and a doubled CO₂ concentration. **Functional Ecology**, v. 12, p. 959-964, 1998.
- DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; SANTOS, M.V.F. dos. Exigências nutricionais da palma forrageira. In: MENEZES, R.S.C.; et al. (eds). **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2005. p. 105-127.
- DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; SANTOS, M.V.F. dos; LIRA, M. de A.; SANTOS, D.C. dos; FARIAS, I.; LIMA, L.E.; FERREIRA, R.L.C.; Productivity of *Opuntia ficus-indica* (L) Miller under different N and P fertilization and plant population in north- east Brasil. **Journal of Arid Enviroments**, v. 67, n. 3, p. 357-372, 2006.
- FANTE JÚNIOR, L.; REICHARDT, K.; JORGE, L.A. de C.; BACCHI, .O.OS. Distribuição do sistema radicular de uma cultura de aveia forrageira. **Scientia Agrícola**, v. 56, n. 4, p. 1091-1100, 1999.
- FARIAS, I.; FERNANDES, A. de P.M.; LIMA, M. de A.; SANTOS, D.C. dos; FRANÇA, M.P. **Cultivo da palma forrageira em Pernambuco**. Recife: IPA-PE, 1984, 5p. (Instruções Técnicas, 21).
- FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; SANTOS, D.C. dos; TAVARES FILHO, J.J.; SANTOS, M.V.F. dos; FERNANDES, A. de P.M.; SANTOS, V.F. de. Manejo de colheita e espaçamento da palma forrageira, em consórcio com sorgo granífero, no agreste de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 2, p. 341-347, 2000.
- FARIAS, I.; SANTOS, D.C. dos; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B. Estabelecimento e manejo da palma forrageira. In: MENEZES, R.S.C.; et al. (eds). **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2005. p. 81-103.
- FELKER, P. Produção e utilização de forragem. In: **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Traduzido por SEBRAE/PB. João Pessoa: SEBRAE/PB, 2001. p. 147-157.
- FELKER, P.; INGLESE, P. Short-Term and Long-Term research needs for *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. Utilization in arid areas. 2003. Disponível em <http://www.jpacd.org>. Consultado em 07 de dezembro de 2007.
- FERREIRA, M. de A. Utilização da palma forrageira na alimentação de vacas leiteiras. In: 43ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006, João Pessoa-PB. **Anais...** CD-ROM, João Pessoa-PB, 2006.
- FROTA, H.M.; CARNEIRO, M.S. de S.; ZÁRATE, R.M.L.; CAMPOS, F. de A.P.; PEIXOTO, M.J.A. Efeitos do BAP e do AIA na indução e no crescimento in vitro de brotos de dez clones de palma forrageira. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 35, n. especial, p. 279-283, 2004.
- GALINDO, I.C.L.; SAMPAIO, E.V.S.B.; MENEZES, R.S.C. Uso da palma na conservação dos solos. In: MENEZES, R.S.C.; et al. (eds). **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2005. p. 163-176.
- GIBBENS, R.P.; LENZ, J.M. Root systems of some Chihuahuan Desert plants. **Journal of Arid Environments**, v. 49, n. 2, p. 221-263, 2001.
- GUEVARA, J.C.; GONNET, J.M.; ESTEVEZ, O.R. Frost hardiness and production of *Opuntia* forage clones in the Mendoza plain, Argentina. **Journal of Arid Environments**, v. 46, n. 2, p. 199-207, 2000.
- GUERRA, M.G.; MAIA, M. de O.; MEDEIROS, H.R. de; LIMA, G.F. da C.; AGUIAR, E.M. de; GARCIA, L.R.U.C. Produção de novos genótipos de palma forrageira no Estado do Rio Grande do Norte. In: 42ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005, Goiânia-GO. **Anais...** CD-ROM, Goiânia-GO, 2005.
- HAN, H.; FELKER, P. Field validation of water- use efficiency of the CAM plant *Opuntia ellisiana* in south Texas. **Journal of Arid Enviroments**, v. 36, n. 1, p. 133-148, 1997.
- HOFFMANN, W. Etnobotânica. In: **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Traduzido por SEBRAE/PB. João Pessoa: SEBRAE/PB, 2001. p. 12-19..
- HOUÉROU, H.N. Le. The role of cacti (*Opuntia spp.*) in erosion control, land reclamation, rehabilitation and agricultural development in the Mediterranean Basin. **Journal of Arid Environments**, v. 33, n. 2, p. 135-159, 1996.
- INGLESE, P.; BARBERA, G.; MANTIA, T. La. Research strategies for the improvement of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) fruit quality and production. **Journal of Arid Environments**, v. 29, n. 4, p. 455-468, 1995.
- INGLESE, P. Plantação e manejo do pomar. In: **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**.

- Traduzido por SEBRAE/PB. João Pessoa: SEBRAE/PB, 2001. p. 79-93.
- KIESLING, R. Cactáceas de la Argentina promisorias agronomicamente. 2001. Disponível em <http://www.jpacd.org>. Consultado em 09 de dezembro de 2007.
- LIMA, C.D.S.; GOMES, H. de S.; DETONI, C.E. Adição de uréia e da levedura *Saccharomyces cerevisiae* no enriquecimento protéico da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* L) CV. Miúda. **Revista Magistra**, v.16, n. 1, p. 01-08, 2004.
- LOPES, J. da S.; JAEGER, S.M.P.L.; TAVARES, J.T. de Q.; SILVA, A.M. da; LEDO, C.A.S. Composição bromatológica da palma forrageira (*Nopalea cochenilifera* Salm Dyck) amonizada. **Revista Magistra**, v. 17, n. 3, p. 107-113, 2005.
- MELLO, S.L. de M.; GONÇALVES, J.L. de M.; OLIVEIRA, L.E.G. de. Características do sistema radicular em povoamentos de eucalyptus propagados por sementes e estacas. **Scientia Florestalis**, v. , n. 54, p. 17-28, 1998.
- MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL-MIN. **Nova delimitação do Semi-Árido Brasileiro**. Brasília, DF, 32p, 2005.
- MOHAMED-YASSEEN, Y.; BARRINGER, S.A.; SPLITTSTOESSER, W.E. A note on the uses of *Opuntia spp.* in Central/North America. **Journal of Arid Environments**, v. 32, n. 3, p. 347-353, 1996.
- MORAIS, D.A.E.F.; VASCONCELOS, A.M. de. Alternativas para incrementar a oferta de nutrientes no semiárido brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 2, n. 1, p. 01-24, 2007.
- NOBEL, P.S. Biologia ambiental..In: **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Traduzido por SEBRAE/PB. João Pessoa: SEBRAE/PB, 2001. p. 36-48.
- NOBEL, P.S. Recent ecophysiological findings for *Opuntia ficus-indica*. 1997. Disponível em <http://www.jpacd.org>. Consultado em 09 de dezembro de 2007.
- NOBEL, P.S.; ZUTTA, B.R. Temperature tolerances for stems and roots of two cultivated cacti, *Nopalea cochenilifera* and *Opuntia robusta*: Acclimation, light and drought. **Journal of Arid Environments**, v. 72, n. 5, p. 633-642, 2008.
- OLIVEIRA, V.S. de. **Substituição total do milho e parcial do feno de capim Tifton por palma forrageira em dietas para vacas da raça holandesa em lactação**. Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2006, 89f. (Tese de Doutorado).
- OLIVEIRA, F.T. de. **Crescimento do sistema radicular da *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill (palma forrageira) em função de arranjos populacionais e adubação fosfatada**. Universidade Federal de Campina Grande, Patos – PB, 2008, 76f. (Dissertação de Mestrado).
- Oliveira, J.P.F.; BARRETO, M.L. de J.; LIMA JÚNIOR, D.M.; AGUIAR, E.M.; SILVA, T.O. Algarobeira (*Prosopis juliflora*): uma alternativa para alimentação de ovinos no nordeste brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 2, p. 01-04, 2010.
- ORONA-CASTILLO, I.; CUETO-WONG, J.A.; MURILLO-AMADOR, B.; SANTAMARÍA-CÉSAR, J.; FLORES-HERNÁNDEZ, A.; VALDEZ-CEPEDA, R.D.; GARCÍA-HERNÁNDEZ, J.L.; TROYO-DIÉGUEZ, E. Extracción nutricional de nopal- verdura bajo condiciones de riego por goteo. 2004. Disponível em <http://www.jpacd.org>. Consultado em 08 de dezembro de 2007.
- PINTO, M. do S. de C. **Avaliação de características do solo e do sistema radicular da palma forrageira no cariri ocidental da Paraíba**. Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia-PB, 2002, 52f. (Monografia de graduação).
- RAMÍREZ-TOBIÁS, H.M.; REYES-AGUERO, J.A.; PINOS-RODRÍGUEZ, J.M.; AGUIRRE-RIVERA, J.R. Efecto de la especie y madurez sobre el contenido de nutrientes de cladódios de nopal. **Agrociencia**, v. 41, n. 6, p. 619-626, 2007.
- RAVETTA, D.A.; MCLAUGHLIN, S.P. Ecophysiological studies in *Hesperaloe frinifera* (Agavaceae): a potential new CAM crop. Seasonal patterns of photosynthesis. **Journal of Arid Environments**, v. 33, n. 2, p. 211-223, 1996.
- REYES-AGUERO, J.A.; AGUIRRE-RIVERA, J.R.; HERNÁNDEZ, H.M. Notas sistemáticas y descripción detallada de *Opuntia ficus-indica* (L) Mill. (Cactáceae). **Agrociencia**, v. 39, n. 4, p. 395-408, 2005.
- REYES-AGUERO, J.A.; AGUIRRE-RIVERA, J.R.; VALIENTE-BANUET, A. Reproductive biology of *Opuntia*: A review. **Journal of Arid Environments**, v. 64, n. 4, p. 549-585, 2006.
- RODRIGUEZ, J.F. A comparison of the nutritional value of *Opuntia* and Agave plants for ruminants. 1997a. Disponível em <http://www.jpacd.org>. Consultado em 07 de dezembro de 2007.

- RODRIGUEZ, J.F. Feeding prickly pear cactus to small ruminants in Northern México. I. Goats. 1997b. disponível em [http://www. Jpacd.org](http://www.Jpacd.org). Consultado em 09 de dezembro de 2007.
- ROJAS-ARÉCHIGA, M.; VÁZQUEZ-YANES, C. Cactus seed germination: a review. **Journal of Arid Enviroments**, v. 44, n. 1, p. 85-104, 2000.
- ROMO, M.M.; ESTRADA, G.T.; HARO, I.M.; SOLIS, I.C.; CRUZ-VÁZQUEZ, C. Digestibilidad in situ de dietas com farinha de nopal desidratado conteniendo um preparado de enzimas fibrolíticas exógenas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 7, p. 1173-1177, 2006.
- SÁENZ, C. Processing technologies: an alternative for cactus pear (*Opuntia spp.*) fruits and cladodes. **Journal of Arid Environments**, v. 46, n. 3, p. 209-225, 2000.
- SÁENZ, C.; SEPÚLVEDA, E.; MATSUHIRO, B. *Opuntia spp* mucilage's: a functional component with industrial perspectives. **Journal of Arid Environments**, v. 57, n. 3, p. 275-290, 2004.
- SALES, A.T.; ANDRADE, A.P. de. Potencial de adaptação de variedades de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* e *Nopalea cochenillifera*) no cariri paraibano. In: IV Congresso Nordestino de Produção Animal. Petrolina-PE, p. 434-438. 2006.
- SALEM, H.B.; NEFZAQUI, A.; SALEM, L.B. Supplementing spineless cactus (*Opuntia ficus-indica f. inermis*) based diets with urea-treated straw or oldman saltbush (*Atriplex nummularia*). Effects on intake, digestion and sheep growth. **Journal of Agricultural Science**, p. 85-92, 2002.
- SAMPAIO, E.V.S.B. Fisiologia da palma. In: MENEZES, R.S.C. et al. (eds). **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2005. p. 43-55
- SANTOS, D.C. dos; FARIAS, I.; NASCIMENTO, M.M.A. do; LIRA, M. de A.; TABOSA, J. N. Estimativas de parâmetros genéticos em clones de palma forrageira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 12, p. 1947-1957, 1994.
- SANTOS, D.C. dos; SANTOS, M.V.F. dos; FARIAS, I.; DIAS, F.M.; LIRA, M. de A. Desempenho produtivo de vacas 5/8 Holando/Zebu alimentadas com diferentes cultivares de palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 1, p. 12-17, 2001.
- SANTOS, M.V.F.dos; FERREIRA, M. de A.; BATISTA, A.M.V. Valor nutritivo e utilização da palma forrageira na alimentação de ruminantes. In: MENEZES, R.S.C. et al. (eds). **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2005. p. 143-162.
- SCHEINVAR, L. Taxonomia das Opuntias utilizadas. In: **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Traduzido por SEBRAE/PB. João Pessoa: SEBRAE/PB, 2001. p. 20-27.
- SILVA, C.C.F. da; SANTOS, L.C. Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 7, n. 10, p. 1-13, 2006. Disponível em <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>. Consultado em 10 de julho de 2007.
- SINGH, R.S.; SINGH, V. Growth and development influenced by size, age and planting methods of cladodes in Cactus pear (*Opuntia ficus-indica (L.) Mill*). 2003. Disponível em [http://www. Jpacd.org.br](http://www.Jpacd.org.br). Consultado em 08 de dezembro de 2007.
- SNYMAN, H.A. Effect of water stress on root growth of *Opuntia ficus-indica* and *Opuntia robusta*. **South African Journal of Animal Science**, v. 34 (supplement 2), p. 101-103, 2004a.
- SNYMAN, H.A. Effect of various water application strategies on root development of *Opuntia ficus-indica* and *Opuntia robusta* under greenhouse growth conditions. 2004b. Disponível em <http://www.jpacd.org/v6/Snyman3fnl.pdf>. Consultado em 11 de março de 2007.
- SNYMAN, H.A. A case study on in situ rooting profiles and water-use efficiency of cactus pears, *Opuntia ficus-indica* and *Opuntia robusta*. 2005. Disponível em <http://www.jpacd.org/v7/v7p1-215snymo.pdf>. onstultado em 23 de abril de 2007.
- SNYMAN, H.A. Root distribution with changes in distance and depth of two-year-old cactus pears *Opuntia ficus-indica* and *Opuntia robusta* plants. 2006a. Disponível em <http://www.agritv.co.za>. Consultado em 23 de abril de 2007.
- SNYMAN, H.A. A greenhouse study on root dynamics of cactus pears, *Opuntia ficus-indica* and *Opuntia robusta*. **Journal of Arid Environments**, v. 65, n. 4, p. 529-542, 2006b.
- SUDZUKI-HILLS, F. Anatomia e fisiologia. In: **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**.

- Traduzido por SEBRAE/PB. João Pessoa: SEBRAE/PB, 2001. p. 28-34.
- TEIXEIRA, J.C.; EVANGELISTA, A.R.; PEREZ, J.R.O.; TRINDADE, I.A.C.M.; MORON, I.R. Cinética da digestão ruminal da palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* (L.) Lyons- Cactáceae) em bovinos e caprinos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 23, n. 1, p. 179-186, 1999.
- VALDEZ, C.A.F.; OSORIO, G.A. *Opuntia*- based ruminant feeding systems in México. 1997. Disponível em [http://www. Jpacd.org](http://www.Jpacd.org). Consultado em 07 de dezembro de 2007.
- VEGA, F.V.A.; BOVI, M.L.A.; GODOY JÚNIOR, G.; BERTON, R.S. Lodo de esgoto e sistema radicular da pupunheira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 2, p. 259-268, 2005.
- VIEIRA, E. de L. **Adição de fibras em dietas contendo palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) para caprinos**. Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2006, 65f. (Tese de Doutorado).
- ZÚÑIGA-TARANGO, R.; VÁZQUEZ-ALVARADO, R.; SALAZAR-SOSA, E. Patrón de desarrollo radical de nopal em diferentes condiciones de suelo y su relación com el rendimiento. **In:** AGUIRRE-RIVERA, J.R.; REYES-AGUERO, J.A (eds). Conocimiento y aprovechamiento del nopal. VIII Congreso Nacional Y Congreso Internacional. Universidad Autónoma de San Luís Potosí, San Luís Potosí, México, p.12-13, 1999.
- WAAL, H.O. de.; ZEEMAN, D.C.; COMBRINCH, W.J. Wet faeces produced by sheep fed dried spineless cactus pear cladodes in balanced diets. **South African Journal of Animal Science**, v. 36, n. 5, p. 10-14, 2006.
- WILCOX, C.S.; FERGUSON, J.W.; FERNANDEZ, G.C.J.; NOWAK, R.S. Fine root growth dynamics of four Mojave Desert shrubs as related to soil moisture and microsite. **Journal of Arid Environments**, v.56, n. 1, p. 129-148, 2004.

Recebido em 02/012/010

Aceito em 14/07/2010