



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAUDE E TECNOLOGIA RURAL
COPZOO-COOR. DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**INTERAÇÃO ENTRE ADUBAÇÃO FOSFATADA E
ESPAÇAMENTO NO CULTIVO DA PALMA FORRAGEIRA
(*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill) NO ESTADO DA PARAÍBA**

ALBIMAH MEDEIROS DE ARAUJO

**PATOS – PARAÍBA
2009**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
SISTEMAS AGROSILVIPASTORIS NO SEMI-ÁRIDO**

**INTERAÇÃO ENTRE ADUBAÇÃO FOSFATADA E
ESPAÇAMENTO NO CULTIVO DA PALMA FORRAGEIRA
(*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill) NO ESTADO DA PARAÍBA**

ALBIMAH MEDEIROS DE ARAUJO

**PATOS – PARAÍBA
2009**

FICHA CATALOGADA NA BIBLIOTECA SETORIAL DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – CAMPUS DE PATOS

A663i
2009

Araujo, Albimah Medeiros de.

Interação entre adubação fosfatada e espaçamento no cultivo da palma forrageira (*Opuntia fícus-indica* (L.) Mill) no estado da Paraíba / Albimah Medeiros de Araujo. – Patos - PB: CSTR, UFCG, 2009.

67f.

Inclui bibliografia

Orientador: Jacob Silva Souto.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Sistema Agrosilvipastoris no Semi-árido) – Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande.

1 – Cactácea, 2- composição química, 3- densidade de plantio, 4- superfosfato simples I - Título

CDU: 634.61.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**INTERAÇÃO ENTRE ADUBAÇÃO FOSFATADA E
ESPAÇAMENTO NO CULTIVO DA PALMA FORRAGEIRA
(*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill) NO ESTADO DA PARAÍBA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, como uma das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de concentração: Sistemas Agrosilvipastoris no Semi-árido, para obtenção do título de Mestre.

Albimah Medeiros de Araújo

Orientador: Dr. Prof. Jacob Silva Souto

PATOS – PARAÍBA
2009



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

PROVA DE DEFESA DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO

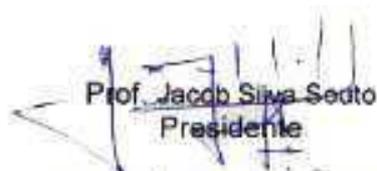
TÍTULO: “INTERAÇÃO ENTRE ADUBAÇÃO FOSFATADA E ESPAÇAMENTO NO CULTIVO DA PALMA FORRAGEIRA (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill) NO ESTADO PARAIBANO”

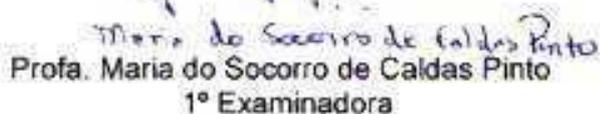
AUTOR: Albimah Medeiros de Araújo

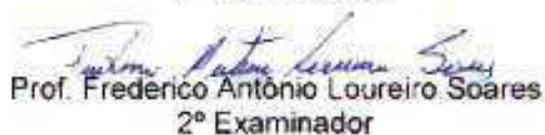
ORIENTADOR: Prof. Dr. Jacob Silva Souto

JULGAMENTO

CONCEITO: APROVADO


Prof. Jacob Silva Souto
Presidente


Profa. Maria do Socorro de Caldas Pinto
1º Examinadora


Prof. Frederico Antonio Loureiro Soares
2º Examinador


Prof. Antonio Amador de Sousa
3º Examinador

Patos - PB, 28 de agosto de 2009


Prof. Aderbal Marcos de Azevedo Silva

BIOGRAFIA

Albimah Medeiros de Araújo, filho de João Olegário de Araújo (*in memorian*) e Alci Neusa Medeiros de Araújo, nasceu em 23 de abril de 1964 na cidade de Patos, Estado da Paraíba.

Ingressou no Curso de Ciências Econômicas da Fundação Francisco Mascarenhas – FFM, da Faculdade de Ciências Econômicas, em fevereiro de 1983, obtendo o título de Bacharel em Ciências Econômicas, em dezembro de 1987.

Iniciou o curso de Agronomia, em agosto de 1989 pela Universidade Federal da Paraíba – UFPB, do Centro de Ciências Agrárias – CCA, obtendo o grau de Engenheiro Agrônomo em janeiro de 1995.

Formado em Ciências Biológicas pela Fundação Universidade Estadual Vale do Acaraú – UNAVIDA, iniciou o curso em fevereiro de 2003, obtendo grau de Licenciatura Específica em Biologia (Licenciatura Plena), em novembro de 2008.

Nas áreas profissionais: **Em Ensino:** atuou como Professor das Disciplinas: Matemática e Ciências na Escola Municipal do Ensino Fundamental e Médio “Monsenhor Manoel Vieira”, professor da disciplina Biologia do Ensino Médio da Escola Estadual Fenelon da Nóbrega, município de Salgadinho, Estado da Paraíba. **Em Pesquisa:** atuou como pesquisador tipo B, bolsista do Centro Nacional de Pesquisa e Tecnologia – CNPq, estágio supervisionado na Área de Economia Rural na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (CNPq), na Cidade de Campina Grande, Estado da Paraíba. **Em Extensão:** atuou como Extensionista Rural na Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural – EMATER, na Cidade de Porto Velho, Estado de Rondônia como também Chefe das Unidades Operativas dos Escritórios Locais das Cidades de Santa Terezinha, Passagem e São José de Espinharas no Estado da Paraíba. Instrutor Autônomo do Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, nas áreas de Avicultura e Olericultura Básica, na cidade de Porto Velho, Estado de Rondônia e instrutor do Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, nas áreas de Fruticultura, Horticultura e Avicultura Alternativa, na cidade de Patos, Estado da Paraíba. Atualmente exerce os cargos de Secretário de Agricultura e Meio Ambiente, Extensionista Rural da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural, na Cidade de São José de Espinharas – PB e professor efetivo da Escola Municipal de Ensino Fundamental e Médio “Monsenhor Manoel Vieira” na cidade de Salgadinho, Estado da Paraíba.

Tem trabalhos publicados no Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (CNPA) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Campina Grande, Estado da Paraíba.

Em fevereiro de 2007 iniciou o Curso de Mestrado em Zootecnia, área de concentração em Sistemas Agrosilvipastoris no Semi-árido, na Universidade Federal de Campina Grande – Patos/PB, defendendo dissertação em agosto de 2009.

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento de um trabalho científico exige do pesquisador muito empenho. No entanto, o processo de sua elaboração não é individual. Assim manifesto profundos e sinceros agradecimentos:

O **Deus**, criador por tudo e todas as maravilhas que fez, é nele onde busco inspirações harmoniosas dando-me sentido a vida.

À Universidade Federal de Campina Grande em especial ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela seleção acadêmica.

A Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia na pessoa do Professor Dr. Aderbal Marcos de Azevêdo Silva, pela oportunidade, credibilidade e apoio moral; minha gratidão.

Ao Professor Dr. Jacob Silva Souto, pela orientação, paciência e pelo apoio irrestrito aos ensinamentos acadêmicos.

À Professora Dr^a. Ana Célia Rodrigues Athayde, pela compreensão e atendimento das reivindicações ora prestadas.

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pelo compromisso de ministrarem conhecimentos enriquecendo-me profissionalmente.

Aos funcionários da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG/Patos-PB, em especial Alexandre José Morais, Otávio Sá dos Santos, Sebastião da Silva Dantas (laboratório), e a José de Arimatéia Crus Guedes (Ari - Secretário), que contribuíram muito para a execução dessa dissertação.

Aos funcionários da Fazenda Nupeárido/UFCG – Patos/PB, Antonia Monteiro (Dona Tonha), Irandi Monteiro (Didi), José Vieira (Zué), José de Oliveira (Neném) e Maria de Lourdes, pela presteza contínua da mão-de-obra para com a área do experimento e da minha pessoa.

Aos colegas da EMATER-REGIONAL/PATOS, em especial ao Coordenador Francisco Acácio da Silva e o Extensionista Rural Ernani José Medeiros Veiga pelo apoio e confiança a essa nova jornada.

Ao Prof. Manoel Clementino de Sousa (Badú), pela valiosa apreciação na correção ortográfica dessa pesquisa.

Aos colegas do curso com os quais compartilhei e absorvi conhecimentos, Anderson Luiz, Carpejane Ferreira, Dário Medeiros, Francisco Ângelo, Francisco Lourenço, Francisco Tomaz, Katiúscia Lôbo Luciana Nunes, Márcia Carneiro, Maria Maésia, Rênio Leite, Simone Silva, Diflávia Santana, Iere Caindre, em especial Rayana Medeiros (Prima), pela dedicação, apoio e companheirismo, jamais os esquecerei obrigado pelos incentivos, que Deus os ilumine nos caminhos da vida.

Aos colegas Francisco Tomaz de Oliveira e José Pereira do Nascimento, pelo trabalho de campo em equipe durante a condução e execução do experimento.

Aos consultores do SENAR-PB, Josemberg Batista Gomes e Paulo Florentino Uchoa Lima e em especial a Paulo Suassuna, responsável pelo programa palmas para o semi-árido, pelo apoio e atendimento quando solicitado.

Ao amigo, Jácome Jácome Suéliton Coelho, concluinte do Curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Campina Grande – Patos/PB, pela atenção, respeito e companheirismo no dia-a-dia.

Enfim, a todas as pessoas que de uma forma direta ou indireta tenha contribuído para conclusão desse trabalho.

MUITO OBRIGADO!

DEDICATÓRIA

Aos meus estimados pais João Olegário (*in memorian*) e Dona Alci Neusa, que me propuseram o incentivo a escola desde a alfabetização.

A minha amada esposa Kleane Maria da Fonseca Azevedo Araújo, pelo incentivo irrestrito, amor, dedicação, paciência, confiança e compreensão que carinhosamente superou a minha ausência dando-me incentivo, quando a angústia e as incertezas atormentavam-me.

As minhas queridas filhas: Bianca Fonseca, Bruna Maria (*in memorian*) e Bruna Louíse, que foram inspiração para êxito dessa dissertação.

Aos meus irmãos e irmãs, Absalão, Annibal, Albérico, Albacy, Albanete, Albanira e Alexsandra Medeiros que acreditaram em mais uma conquista acadêmica.

Aos meus adoráveis sobrinhos e sobrinhas: Glaydson, Ruan Luca, João Neto, Albérico Filho, Carolinne, Lídia, Luana, Ingrid, Indiana Lua, Izabelle Cristina e Bárbara Luíza, que Deus os ilumine na jornada estudantil, buscando sempre o melhor para si.

As minhas tias Francisca Lúcia e Creuza Lúcio, por terem compartilhado comigo os primeiros passos de minha existência

LISTA DE TABELAS

		Páginas
1	Composição químico-bromatológica da palma forrageira.....	15
2	Teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e carboidratos não-fibrosos (CNF) dos alimentos selecionados.....	16
3	Teores de matéria seca dos minerais da palma forrageira.....	17
4	Médias pluviometrias mensais ocorridas no município de Patos - PB, no período de 1999 a 2008.....	21
5	Atributos químicos e físicos do solo da área experimental.....	22
6	Esquema mostrando os tratamentos resultantes da interação nos espaçamentos entre plantas (E) e doses de superfosfato simples (SS) no cultivo da palma forrageira em Patos – PB..Esquema de análise de variância do experimento.....	27
7	Esquema de análise de variância do experimento.....	31
8	Composição químico-bromatológica da palma forrageira (<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.)Mill) colhida aos 20 meses após o plantio.....	32
9	Teores médios de matéria seca (MS) da palma frrageira em função das doses de superfosfato simples e dos espaçamentos entre plantas.....	38
10	Valores médios para a produtividade de matéria verde (PMV) e para a produtividade de matéria seca (PMS) em (t há ⁻¹) da palma forrageira em função das doses de superfosfato simples e dos espaçamentos entre plantas.....	40

LISTA DE FIGURAS

		Páginas
1	Preparo da área experimental: Subsolação (A); Gradagem (B), Sulcamento (C) e identificação das parcelas experimentais (D), (PATOS – PB, 2007).....	23
2	Croqui da área experimental: Área total (a), Área da parcela (b) e Área da parcela útil (c).....	24
3	Raquetes pré-selecionadas e em repouso à sombra (PATOS – PB, 2007).....	25
4	Área experimental (A); Aplicação do esterco bovino dentro do sulco (B), (PATOS – PB, 2007).....	25
5	Plantio da palma forrageira conforme espaçamentos definidos, (PATOS – PB 2007).....	26
6	Pulverização contra a lagarta do broto, (PATOS – PB).....	26
7	Identificação da parcela útil no piquete da área experimental (PATOS – PB 2008).....	27
8	Corte e contagem dos cladódios no campo experimental (PATOS – PB 2008).....	28
9	Cladódios acondicionados em engradados plásticos (A); Transporte dos engradados da área experimental (B); Transporte em carroça de tração animal (C), e verificação do peso da matéria verde (D) (ARAÚJO, (PATOS – PB, 2008).....	29
10	Forrageira fatiadora da palma (A), Terraço para secagem da palma ao sol no NUPEÁRIDO (B), (ARAÚJO, (PATOS – PB, 2008).....	30
11	Acondicionamento da palma em sacos de náilon identificados com suas respectivas parcelas (A) e Verificação do peso da matéria seca (PMS) das parcelas úteis (B) (PATOS – PB, 2008).....	30
12	Efeitos dos espaçamentos entre plantas sobre a variável matéria seca da palma forrageira.....	36
13	Efeito das doses de superfosfato simples (SS) a variável matéria seca da palma forrageira.....	38

ARAÚJO, Albimah Medeiros de. **Interação entre adubação fosfatada e espaçamento no cultivo da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill) no estado da Paraíba.** 2009. 67 f. (Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Sistemas Agrosilvipastoris do Semi-Árido)

RESUMO

A palma por suas características morfofisiológicas, que permitem sua sobrevivência ao rigor do ambiente semi-árido, sua elevada produtividade e qualidade alimentícia para os bovinos, ovinos e caprinos, despertou como um dos mais importantes e estratégicos recursos forrageiros para alimentação dos animais na região semi-árida do Nordeste brasileiro. A pesquisa teve como objetivo, avaliar os efeitos da adubação fosfatada versus espaçamentos na composição químico-bromatológica e produtividade da palma (*Opuntia ficcus-indica* (L.) Mill). O experimento foi conduzido no período de janeiro de 2007 a outubro de 2008 no Núcleo de Pesquisa para o Semi-Árido do CSTR/UFCG - Patos, Paraíba/Brasil. O solo da área experimental é de textura arenosa, classificado como LUVISSOLO Planossólico. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em arranjo fatorial 4 x 4 com três repetições. Os tratamentos foram definidos pela combinação dos espaçamentos utilizados (10; 15; 20 e 25 cm entre plantas) e das doses de fósforo (10, 15, 20 e 25g de superfosfato simples/planta⁻¹), em uma área de 2.040m². Os parâmetros utilizados para avaliação foram: Material Mineral (MM), Matéria Orgânica (MO) Proteína Bruta (PB), Fibra em Detergente Neutro (FDN) Fibra em Detergente Àcido (FDA) e produtividade da palma com Cálcio e Fósforo. As doses de superfosfato simples e espaçamentos não proporcionaram efeito significativo para MM, MO, PB, FDN, FDA, Produtividade, Ca e P. Os valores para P variaram de 0,13% a 0,25%. Já os teores de PB variaram de 5,93% a 8,79%, havendo uma tendência de, as plantas que foram adubadas com 25g de superfosfato simples, apresentarem maior teor de PB. Houve efeito significativo para MS em função dos espaçamentos e da adubação fosfatada. Não houve diferença significativa para produtividade de matéria verde e seca em função dos tratamentos aplicados.

Palavras-chave: Cactácea, Composição bromatológica, Densidade de plantio, Superfosfato simples.

ARAÚJO, Albimah Medeiros de. **Interaction between phosphated fertilization and plant spacing on productivity of forage cactus (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill) in Brazilian Semi-Arid**. 2009. 67 f. (Master Thesis in Animal Science - Agrosilvipastoral Systems in the Semi-Arid).

ABSTRACT

The spineless cactus stands as one of the most important strategic forage resources for animal feed in Brazilian semi-arid, due to their morpho-physiological characteristics, their high productivity and nutritional quality food for cattle, sheep and goats. The objective of this study was to evaluate the effects of phosphate fertilization versus plant spacing on the chemical bromatological composition in production spineless cactus (*Opuntia ficus indica*). The experiment was carried out at the experimental farm of the Campina Grande Federal University, in period from January 2007 to October. The soil of experimental area is of sandy texture, classified as Alfisol Planossolic. The experimental design was completely randomized factorial design (4x4) with three replications. The treatments were defined by the combination of the spacing used (10, 15, 20 and 25 cm between plants) and doses of phosphorus (10, 15, 20 and 25 g of simple superphosphate/ plant⁻¹) in an area of 2040 m². The parameters used for evaluation were: mineral matter, organic matter, crude protein, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), productivity of cactus, calcium and phosphorus. Doses of single superphosphate and spacings not provide significant effect in MM, OM, CP, NDF, ADF, productivity, Ca and P. The P contents ranged from 0.13% to 0.25%. The crude protein contents ranged from 5.93% to 8.79%, with a tendency for the plants that were fertilized with 25 g of superphosphate, had higher levels of CP. There was a significant effect for dry matter (DM) depending on spacing and phosphorus. There was no significant difference in green and dry matter productivity depending on the treatments applied.

Key words: Cactaceae, Chemical bromatological composition, Plant density, Simple super phosphate.

1 INTRODUÇÃO

A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill) é uma cultura adaptada ao clima semi-árido tem se destacado como alternativa de sustentabilidade para a pecuária regional, por ser uma cultura com maior eficiência no uso da água, apresentando elevada capacidade produtiva de biomassa, além de ser uma planta de múltiplos usos pela variedade dos seus produtos e subprodutos.

Sobre o histórico da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* e *Nopalea cochenillifera*) no Brasil, especialmente no Nordeste, existem muitas controvérsias entre os autores. Inicialmente, a palma foi cultivada, segundo Pessoa (1967), com o objetivo de hospedar o inseto, denominado cochonilha do carmin (*Dactylopius coccus* Costa), que não causa danos à planta, quando bem manejada, e é produtor de um corante vermelho (carmin), o que resultou em uma ação sem sucesso. Com esse insucesso, a palma passou a ser cultivada como planta ornamental, quando um dia por acaso, verificou-se que era forrageira, despertando interesse dos criadores que passaram a cultivá-la intensamente.

Nos últimos anos, a palma forrageira voltou a ser cultivada em larga escala pelos criadores das bacias leiteiras, principalmente nos estados de Alagoas, Bahia, Paraíba e Pernambuco. Estima-se existirem hoje, no Nordeste, aproximadamente 550.000 ha cultivados, constituindo-se numa das principais forrageiras, para o gado leiteiro, na época seca. (ARAÚJO et al., 2005).

A Paraíba está situada no extremo leste da região Nordeste do Brasil, com um território de 56.340,9 km², tem 86,6% de seu território inserido no Polígono da Seca. Faz limitações ao Norte com o Rio Grande do Norte, ao Sul com Pernambuco, ao Oeste com Ceará e ao Leste com o oceano Atlântico. A vegetação da caatinga cobre 65% do território paraibano, entre o oeste da Borborema e o planalto do rio Piranhas, região denominada de depressão sertaneja. (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2005).

O clima da região semi árida apresenta como característica marcante à irregularidade do regime pluviométrico, com duas estações definidas: a estação chuvosa (inverno) que dura de três a cinco meses e a estação seca (verão) que dura de sete a nove meses. As chuvas são torrenciais e irregulares no tempo e no espaço com ocorrências periódicas de secas prolongadas (SOUTO, 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. 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).

As regiões áridas e semi áridas do mundo carecem de uma seleção adequada de plantas, para tornarem seus sistemas agrícolas sustentáveis. Das diversas famílias de plantas, C₃, C₄ e CAM, 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). As plantas CAM trocam CO₂ com a atmosfera num horário em que as plantas C₃ e C₄ estão com os estômatos fechados. Essas características são importantes do ponto de vista ambiental, podendo ser usadas para reduzir os danos causados ao ambiente pelo efeito estufa, resultante do aumento da concentração de CO₂ e outros gases na atmosfera (NOBEL, 2001).

Pelas características morfofisiológicas das espécies da família das cactáceas, plantas de Metabolismo Ácido das Crassuláceas, especialmente a palma forrageira – (*Opuntia ficus-indica* L. Mill. e *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), possuem os requisitos para suportar os rigores de clima e as especificidades físico-químicas dos solos das zonas áridas e semi-áridas. A propósito, estas plantas já vêm sendo cultivadas, em diversos países e no semi árido paraibano, para produção de forragem, porém não na sua plenitude do potencial.

Na implantação de um palmar é muito importante o espaçamento utilizado, em virtude da relação direta com a interceptação de luz pela cultura (FARIAS et al., 2005). Este é variável em função da fertilidade do solo, volume das chuvas, objetivo da exploração e se o cultivo for solteiro ou consorciado. Espaçamentos mais adensados estão sendo muito utilizados e nesses ocorre uma maior extração de nutrientes do solo (TELES et al., 2004).

A palma forrageira aliada às adversidades do semi árido do Nordeste, pode despontar como alternativa de sustentabilidade aos pecuaristas sertanejos. Portanto diante da importância da cultura da palma para a região, se faz necessário entender melhor as formas de cultivo com vistas a aumentar a qualidade de nutrientes e produtividade.

Estudos devem ser desenvolvidos com o objetivo de contribuir cientificamente para práticas de manejo capazes de aumentar a produtividade e composição de nutrientes por meios de espaçamento de plantio e adubação. Diante desse contexto objetivou-se avaliar a interação

entre a adubação fosfatada e espaçamento e da composição químico-bromatológica da palma (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill) com fins forrageiros cultivada no semi-árido da Paraíba.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Origem e difusão da palma forrageira

A origem da palma forrageira dos gêneros *Opuntia* e *Nopalea* é o continente americano. O gênero *Opuntia* que é o mais importante tem o México como centro de origem, dado o grande número de espécies presentes em seu território (FLORES, 1994).

A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill) é indicada por Reyes-Aguero; Aguirre-Rivera; Hernández, (2005), como uma espécie de múltiplos usos, nativa do México, país que a explora desde o período pré-hispânico detendo a maior riqueza de cultivares.

Sua introdução no Brasil se deu pelos portugueses na época da colonização, provavelmente trazida das Ilhas Canárias, sendo estas de origem mexicana e que inicialmente foram utilizadas como corantes naturais, vindo a ser utilizadas como forragem somente por volta de 1915 (PESSOA, 1967).

Esta espécie foi 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).

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, necessitaram de irrigação para que atingissem um significativo índice de crescimento. Diante desse contexto estudos sugerem que pesquisas sejam feitas, com o objetivo de selecionarem clones de *Opuntia* que demonstrem tolerância superior ao estresse hídrico (FELKER; INGLESE, 2003).

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 ($-5^{\circ}\text{C} < T < 3^{\circ}\text{C}$) (GUEVARA et al., 2000).

Dotada de mecanismos fisiológicos que a torna uma das plantas mais adaptadas às condições ecológicas das zonas áridas e semi-áridas do mundo, a palma forrageira se adaptou com relativa facilidade ao semi-árido brasileiro. O seu cultivo no Nordeste do Brasil começou no

início do século XX, o mesmo acontecendo concomitante nas regiões áridas e semi-áridas dos Estados Unidos, África e Austrália (TEIXEIRA et al., 1999).

2.2 Taxonomia e aspectos morfológicos da palma forrageira

A família Cactácea possui cerca de 130 gêneros e 1500 espécies, das quais 300 são do gênero *Opuntia* (MOHAMED-YASSEEN et al., 1996). Os gêneros *Opuntia*, bem como o *Nopalea* são os mais importantes devido a sua utilidade para o homem. A opuntia de acordo com Reyes e Agüero et al., (2006), 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.

A palma forrageira pertence ao reino vegetal; subreino: *Embriophyta*; divisão: *Spermatophyta*, subdivisão: *Angiospermae*; classe: *Liliatae*; Ordem: *Opuntiales*; família: *Cactaceae*; subfamília: *Opuntioideae*; gênero: *Opuntia* e *Nopalea*. No Nordeste do Brasil, são cultivadas três espécies, conhecidas como palma gigante (*Opuntia ficus-indica*), palma redonda (*Opuntia sp*) e a palma miúda (*Nopalea cochenilifera*), o que é citado pelos pesquisadores (BRAVO 1978; SILVA e SANTOS, 2006).

A espécie (*Opuntia ficus-indica* L. Mill), cacto arborescente, também é conhecido como: palma-gigante, palma-graúda, palma-da-índia, palma-grande, palmatória, 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. São plantas de porte bem desenvolvido e caule menos ramificado, o que lhes transmite um aspecto mais ereto e crescimento vertical pouco frondoso. Sua raquete pesa cerca de 1,0 kg, apresentando até 50 cm de comprimento, forma oval-elíptica ou sub-ovalada, coloração verde fosco. As flores são hermafroditas, de tamanho médio, coloração amarela brilhante, cuja corola fica aberta na antese. O fruto é uma baga ovóide, grande, de cor amarela, passando à roxa quando madura (ARAÚJO FILHO, 2000).

A *Opuntia ficus-indica* é considerada a mais produtiva e mais resistente às regiões secas, no entanto é menos palatável e de menor valor nutricional; já a espécie *Opuntia sp*, cacto arbóreo, conhecida pelos seguintes nomes vulgares: palma-miúda, palma-doce, língua-de-vaca, palma pequena e palmatória doce, é originada da palma gigante, são plantas de porte médio e caule ramificado lateralmente, prejudicando assim o crescimento vertical. Sua raquete pesa cerca de 1 kg, possuindo quase 40 cm de comprimento, de forma arredondada e ovóide. Apresenta

grandes rendimentos de um material mais tenro e palatável que a palma gigante, enquanto que a *Nopalea cochenillifera*, são plantas de porte pequeno e caule bastante ramificado. Sua raquete pesa cerca de 350 g, possuem quase 25 cm de comprimento, forma acentuadamente obovada (ápice mais largo que a base) e coloração verde intenso brilhante. As flores são vermelhas e sua corola permanece meio fechada durante o ciclo. O fruto é uma baga de coloração roxa.

Comparando com as duas anteriores esta é a mais nutritiva e apreciada pelo gado (palatável), porém apresenta uma menor resistência a seca. Nos três tipos, as raquetes são cobertas por uma cutícula que controla a evaporação, permitindo o armazenamento de água (90-93% de água). As três espécies mencionadas não possuem espinhos (são inermes) e foram obtidas pelo geneticista Burbanks, a partir de espécies com espinhos (PUPO, 1979).

As cactáceas são possuidoras de mecanismos morfológicos e fisiológicos, 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 semi-áridas, 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 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 obovaladas com 30 a 60 cm de comprimento, 20 a 40 cm de largura e 19 a 28 mm de espessura. Possuidoras de uma cor verde escura, estas são cobertas por uma camada de cera, cuja espessura atinge 10 a 50 µm. 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 succulento, 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 obovoladas e discóides com 3 a 4 mm de diâmetro (SCHEINVAR, 2001).

A palma forrageira se caracteriza geralmente pela presença de aréolas com pelos e espinhos, caule succulento, com casca verde e falta de folhas copadas. O órgão tipo caule, conhecido como cladódio é tipicamente oblonga a espatulada-oblonga, com 30 a 40 cm de

comprimento e alguns maiores de 70-80 cm e com 18-25 cm de largura (SUDZUKI-HILLS, 2001).

As aréolas estão dispostas em 8-9 séries espirais, piriformes, com 2,0-4,5 mm de comprimento e cerca de 1,0-3,0 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 mm². O sistema radicular é composto de raízes carnosas e superficiais, com uma distribuição horizontal, e esta irá 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).

Para Orona e Castillo et al., (2004), as condições climáticas exercem uma forte influência no crescimento e desenvolvimento da palma forrageira. Conforme pesquisas feitas no México existem uma correlação significativa entre as variáveis temperaturas, produção e absorção de nutrientes, sendo possível concluir que estes fatores são importantes para o aumento da produção.

A propagação da palma forrageira é feita através de sementes, mudas, enxertia e estaquia (KRULIK, 1980). A reprodução por sementes resulta em segregação genética, longa fase juvenil, diminuição na velocidade de crescimento das plantas e baixo potencial de germinação (MONDRAGON-JACOBO e PIMIENTA-BARRIOS, 1995; LLAMOCA-ZARATE et al., 1999).

2.3 A palma forrageira em alguns países

No mundo, já foram descritas cerca de 300 espécies de cactáceas pertencentes ao gênero *Opuntia*, distribuídas desde o Canadá até a Argentina. Entre as espécies selvagens e cultivadas mais utilizadas, 12 espécies pertencem a *Opuntia* e uma a *Nopalea* (SCHEINVAR, 2001; REINOLDS e ARIAS, 2007).

As regiões áridas e semi-áridas 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 as 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).

Segundo Nobel (2001), as *Opuntias* são nativas em vários ambientes, extensivas 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. 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).

Segundo Rodrigues et al., (1975), em trabalho realizado no México demonstraram que os artigos plantados na direção norte-sul com as faces da palma voltada para o sentido leste-oeste apresentaram a temperatura mais elevada durante a manhã, diminuindo ao meio-dia e voltando a se elevar até às 16:00 horas, para em seguida diminuir. Quando plantadas com as faces voltadas para a direção norte-sul, os artigos apresentam a temperatura constante aumentada. As temperaturas se igualam nas duas orientações do plantio, tendo como consequência um aumento na produção de matéria seca, quando obedecia à primeira direção.

Nesse sentido em virtude da possibilidade de se obter vários produtos e subprodutos da palma forrageira, com destaque o seu 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 semi-áridas em diferentes partes do mundo (SÁENZ, 2000; SÁENZ et al., 2004).

2.4 A palma forrageira no Brasil

O mais remoto registro sobre cactáceas como forrageira, na literatura especializada do Brasil, data de 1915, em publicação de J. Barbosa Rodrigues intitulada Hortus Fluminensis ou Breves Notícias sobre as Plantas Cultivadas no Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Segundo o autor, a disseminação da planta forrageira em Pernambuco teve como fator decisivo um decreto do interventor pernambucano, mandando conferir prêmios aos plantadores de palma que obedecessem a certos requisitos estabelecidos, tais como: espaçamento, alinhamento, ausência de falhas, bom desenvolvimento e tratos culturais (DOMINGUES, 1963).

No Brasil, com destaque para a região Nordeste, o cultivo desta cactácea foi incentivado, em virtude de seus atributos morfológicos serem adequados as regiões semi-áridas (TEIXEIRA et al., 1999). Porém a introdução da palma forrageira no Brasil é motivo de muitas controvérsias entre os pesquisadores. Chagas (1976), afirma que a introdução desta forrageira deve-se ao sueco

Herman Lundren por volta de 1877, opinião compartilhada por vários pesquisadores (ANDRADE, 1990 e SANTOS, 1994).

A faixa territorial considerada como semi-árida no Brasil, 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.

2.5 A palma forrageira no Nordeste do Brasil

Os primeiros esforços para disseminação da palma no semi-árido nordestino se deram por volta de 1930 (DUQUE, 1980). Durante a seca de 1932, por iniciativa do Ministério da Viação e Obras Públicas, o cultivo foi disseminado do Piauí à Bahia, tratando-se do primeiro trabalho de difusão da cultura.

Na atualidade, Lima e Gama (2001), enfatizam que o cultivo da palma é reconhecido dentro dos programas para o desenvolvimento da agricultura sustentável em regiões semi-áridas do Brasil, principalmente no Nordeste, utilizando-se as espécies *Opuntia ficus-indica* Mill e *Nopalea cochenillifera*.

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 semi-árido 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 variando de 3 a 5 meses.

De acordo com Galdino et al., (2005), a palma forrageira é uma cultura detentora de grande potencial, capaz de contribuir positivamente para viabilidade econômica das pequenas e médias propriedades, notadamente na alimentação dos rebanhos. Para Inglese et al., (1995), o seu cultivo ganha cada vez mais importância com o avanço da desertificação, onde os usos de tecnologias apropriadas e de culturas adequadas garantem o desenvolvimento sustentável.

Dotada de mecanismos fisiológicos que a torna uma das plantas mais adaptadas às condições ecológicas das zonas áridas e semi-áridas do mundo, a palma forrageira se adaptou com relativa facilidade ao semi-árido do Nordeste brasileiro.

Segundo Sales e Andrade (2006), 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* apresentaram uma maior adaptação às regiões de baixa disponibilidade de água no solo, em virtude da reserva hídrica contida nas suas raquetes.

A palma é um vegetal que se adapta bem em diversos tipos de clima, vegetando desde o litoral até regiões de extrema escassez hídrica, suportando grandes períodos de estiagem, por ser uma planta que apresenta modificações na sua fisiologia, obedecendo ao metabolismo ácido das crassuláceas (MAC), apresentando, portanto, uma maior eficiência no uso da água, chegando esta eficiência ser onze vezes maior do que as plantas de metabolismo C_3 (SANTOS et al., 1994).

Nas condições de semi-árido de Pernambuco deve-se obedecer às curvas em nível para efeito de controle de erosão, sendo, as faces dos artigos voltados para a maior inclinação do solo, resultando que durante o crescimento, as novas brotações irão ocupar diferentes posições na planta, minimizando o efeito da posição na interceptação da luz (INGLESE, 1995).

De acordo com Santos et al., (1997), são três as cultivares de palma mais plantados no Nordeste brasileiro, redonda, gigante e miúda. Vale salientar que Santos et al., (1994) observou que um material gerado pelo programa de melhoramento do IPA/UFRPE, vem se destacando como mais produtivo que os demais, com uma superioridade em torno de 50%, quando comparado com a palma gigante. Este material foi identificado como IPA-20.

2.6 Estudos com adubação da palma forrageira em diversas regiões

A palma forrageira é uma cultura possuidora de uma alta interação com o meio-ambiente, cuja absorção de nutrientes e desenvolvimento vegetativo está em função do genótipo. A exigência nutricional desta planta é em função do tipo de produção (forragem, hortaliça ou fruto), da variedade e da espécie (MURILO-AMADOR et al., 2005).

O nível de adubação é fator determinante na produção de matéria verde, principalmente, quando se trata de plantio adensado da palma. Considerando que os teores de elementos minerais encontrados na matéria seca da palma forrageira obtidos por Santos et al. (1990) foram de 0,90; 0,16; 2,58 e 2,35% para nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio, respectivamente, e supondo-se uma produção de 10 t de MS $ha^{-1} ano^{-1}$, estima-se que as quantidades exportadas desses nutrientes, seriam de 90, 16, 258 e 235 $kg ha^{-1} ano^{-1}$, respectivamente.

A adubação orgânica tem sido a mais usual no cultivo da palma, com a utilização do esterco de aves, caprinos e ou bovinos na quantidade de 10 a 20 t ha^{-1} , por ter maior disponibilidade, na época do plantio e após cada colheita, dependendo do espaçamento, próximo ao início da estação chuvosa (SANTOS et al., 1997).

A palma forrageira *Opuntia ficus-indica*, segundo Nobel (2001), é pouco exigente em fósforo. Lima et al. (1974) e Dubeux Jr. et al., (2006), encontraram baixas respostas ao fósforo na produção da palma forrageira cv. Gigante e respostas positivas apenas quando os teores de fósforo disponível no solo eram inferiores a 10 mg dm^{-3} . No entanto, Malavolta (1989), afirma que este nutriente é essencial, onde nenhum outro pode substituí-lo, haja vista sua participação no crescimento das plantas, e dentre as suas funções uma é estimular o crescimento das raízes.

Os efeitos das adubações nitrogenada e fosfatada associadas a dois espaçamentos de plantio, sobre o rendimento da palma forrageira clones IPA-20 e Miúda foram avaliados por Dubeux Jr. et al., (2000). Estes autores concluíram que o número de brotações por planta foi superior no espaçamento $2,0 \times 1,0 \text{ m}$, quando comparados ao espaçamento de $1,00 \times 0,25 \text{ m}$, para as duas espécies de palma avaliadas, observando-se ainda, efeito linear positivo do fósforo apenas no espaçamento $2,0 \times 1,0 \text{ m}$ sobre o número de brotações por planta do clone IPA-20.

De maneira geral, os solos do semi-árido não apresentam deficiências generalizadas de N, P, K e Ca. Dentre esses nutrientes, estudos demonstraram que o P foi o único elemento, que não apresentou déficit no solo em relação às entradas e saídas do sistema adubação/exportação. Tal fato é explicado pelo baixo teor de P na matéria seca da palma (DUBEUX e SANTOS, 2005). Entretanto, com a sucessão de várias colheitas, é possível que a deficiência desses nutrientes venha a tornar-se cada vez mais freqüente nas áreas de cultivo desta planta.

Para a adubação mineral, é necessário se proceder a uma análise do solo para uma melhor orientação quanto aos níveis a serem recomendados. Em São Bento do Una – (PE), foram obtidos aumentos da ordem de 81% na produção com 10t de esterco de curral/ha e de 29% com fórmula de 50, 50 e 50kg/ha de N_2 , P_2O_5 e K_2O , respectivamente, quando comparada com a palma não adubada. Já o calcário, na quantidade de 2 t/ha, não propiciou aumento de produtividade (SANTOS et al., 1996).

Trabalhando no Agreste semi-árido de Pernambuco, com o objetivo de verificar os efeitos das adubações orgânica e mineral e da calagem na produção e composição química da palma cultivar gigante, Santos et al., (1996), chegaram à conclusão que, os teores de matéria seca e de proteína bruta não foram alterados pelas adubações e ou pela calagem, porém a adubação orgânica, na presença de adubação mineral, proporcionou as maiores produções de matéria seca de artigos de palma. Estes autores concluíram ainda que à adubação orgânica bienal, com 10 kg/ha de estrume de curral, foi superior á adubação química com 50-50-50 kg/ha/ano de N, P_2O_5 e K_2O na produção de matéria seca, proteína bruta, fósforo e cálcio da palma.

Araújo Filho (2000), estudando os efeitos de fósforo e potássio sobre o crescimento da palma forrageira clone IPA-20 em solo de Arcoverde – PE, não verificou efeitos significativos para as variáveis avaliadas, porém para a produção de matéria verde total e o teor de matéria seca foram influenciadas apenas pela adubação potássica.

Cavalcante Filho et al., (2000), trabalhando com solo oriundo de São Bento do Una – PE testaram níveis de fósforo e potássio sobre o crescimento da palma forrageira clone IPA-20, concluindo que não houve efeitos dos tratamentos sobre o número total de artículos e seus respectivos comprimentos, largura e perímetro.

A palma forrageira é uma cultura que responde a adubação e, o uso desta prática agrícola, pode ser uma forma de aumentar a produtividade dessa forrageira. Entretanto, para maior eficiência e produtividade do palmal é necessário identificar os elementos minerais e os níveis ideais para obter maiores ganhos de biomassa (ARAÚJO FIHO, 2000).

2.7 Estudos com espaçamento da palma forrageira

A demanda por uma produção cada vez maior de alimentos reflete na necessidade de repensar, quase que constantemente, os sistemas de produção. A redução no tamanho das propriedades, o uso intensivo do solo, a maior necessidade de forragem para alimentar o rebanho leiteiro nos estados de Pernambuco, Alagoas, Paraíba e Sergipe, introduziram no cultivo da palma forrageira, de forma quase que obrigatória à prática da adubação e plantio adensado (SANTOS et al., 2006). Técnicas como espaçamento de plantio, manejo de colheita e adubação são tidas como de grande influência na produtividade da cultura (ALVES et al., 2007).

Segundo Menezes (2005), o espaçamento está diretamente associado à interceptação da luz, com maior eficiência em densidades de plantio mais alta. Medeiros et al., (1997) em trabalho realizado na Paraíba, na região do Cariri Ocidental, observaram os efeitos do espaçamento e da forma de plantio sobre a brotação da palma forrageira e, concluíram que o menor espaçamento 0,5 m x 0,5 m tendeu a uma maior brotação por hectare plantado, do que os espaçamentos 1,0 m x 1,0 m e 1,0 m x 0,5 m.

No entanto Santos et al., (1997), recomendam o espaçamento de 1,0 m x 0,5 m para o caso de se utilizar a palma como alimento estratégico, e afirmam que as colheitas podem ser realizadas entre 2 a 4 anos, usando-se adubação mineral de acordo com a análise do solo e orgânica se possível. Se o agricultor desejar realizar consórcio com culturas alimentares ou

fornageiras, estes pesquisadores recomendam o plantio de fileiras duplas de 3,0 x 1,0 x 0,5 m, pois apresenta ainda vantagem de possibilitar os tratos culturais com tração motorizada.

Na estação experimental de Arcoverde (Pernambuco), o cultivo da palma forrageira clone IPA-20, utilizando os espaçamentos 2,0 m x 1,0 m e 1,0 m x 0,25 m, permitiu a conclusão de que o cultivo adensado resultou em um aumento em torno de 80% na produtividade da matéria seca comparada com o cultivo tradicional (SANTOS et al., 2006). No entanto, pesquisas realizadas com manejo e colheita desta cultura em consórcio com sorgo granífero permitiram a verificação de que o cultivo da palma forrageira, usando espaçamentos mais adensados resultou em maiores produções. Porém, este sistema exige maiores gastos na implantação e existem maiores dificuldades nos tratos culturais. A conclusão que se tem, é que os percentuais de matéria seca, proteína bruta e fibra bruta dos cladódios sofreram pouca influência dos espaçamentos, frequências e intensidades de corte (FARIAS et al., 2000).

Na estação experimental do IPA em Caruaru/Pernambuco – Brasil observou-se uma maior produtividade da cultura, quando se utilizaram espaçamentos mais densos. A adubação nitrogenada influenciou positivamente no aumento da proteína bruta (SILVA et al., 2001). Os resultados obtidos não foram diferentes, no sertão e agreste do estado de Pernambuco-Brasil, que demonstraram o significativo aumento na produtividade com o uso de tecnologias como adubação nitrogenada, fosfatada e plantios com espaçamentos mais adensados. Constatou-se também, que a aplicação de doses mais elevadas de nutrientes são viáveis somente em cultivos mais densos (DUBEUX JÚNIOR et al., 2002).

De acordo ainda com os autores supra citados nas zonas fisiográficas do agreste e sertão do estado de Pernambuco-Brasil, os experimentos com diferentes espaçamentos e níveis de adubação também sofreram a influência da população de plantas na produtividade em todas as localidades. A produção de matéria seca variou de 6 para 17 Mg.ha⁻¹ na densidade de 5000 plantas e de 17,8 para 33,7 mg ha⁻¹ em 40.000 plantas ha⁻¹. Ocorreu interação entre fertilização nitrogenada, fosfatada e população de plantas, onde se observou uma maior produtividade no plantio adensado. Portanto, foi possível concluir que para se alcançar alta produtividade é preciso grande população de plantas.

O cultivo da palma forrageira cultivar Gigante, nos espaçamentos 2,0 m x 1,0 m em fileira simples e 3,0 m x 1,0 m x 0,5 m e 7,0 m x 1,0 m x 0,5 m em fileiras duplas consorciada com sorgo granífero, feito em São Bento do Una - PE, não influenciou de forma significativa os percentuais de matéria seca, proteína bruta e celulose dos cladódios. O que se observou no

plantio em fileira dupla foi a chance de mecanizar o cultivo sem prejudicar a produção total de matéria seca de ambas as culturas (FARIAS et al., 1996).

O uso do plantio adensado na palma forrageira tem resultado em aumento de produtividade, provavelmente em função da maior absorção da luz solar, menor ação das ervas daninhas e alta eficiência fotossintética (MEDEIROS et al., 1997; DUBEUX JÚNIOR et al., 2000).

Pesquisando o comportamento de cinco cultivares de *Opuntia ficus-indica* em solo Mexicano, Ruiz-Espinoza et al., (2008), verificaram que o plantio adensado resultou em um significativo aumento de produtividade, tanto em matéria verde e seca. Maiores densidades de plantio contribuem para o aumento da taxa de assimilação líquida, e esta possui estreita relação com o índice de área foliar.

A produção da palma forrageira com colheitas bienais varia com o espaçamento adotado, que segundo o IPA (1998), é de 100 t/ha no espaçamento de 1,0 m x 1,0 m; 200 t/ha no espaçamento de 1,00 m x 0,50 m e 300 t/ha no espaçamento de 1,0 m x 0,25 m. A produção obtida em 1,0 hectares de palma em cultivo adensado em regiões onde a palma desenvolva bem com uma produção aproximada de 280 t a cada dois anos, permite alimentar no período de seca, 30 vacas durante 180 dias com um consumo diário de 50 kg de palma por vaca.

Atualmente a tendência entre os agricultores mais receptivos à tecnologia é a adoção do espaçamento mais adensado como o de 1,20 m x 0,20 m. Com esse arranjo espacial há uma maior demanda em termo de adubação e capinas. No caso da adubação, o uso da análise de solo na orientação é ferramenta imprescindível, para diminuir os custos com as capinas, podendo-se utilizar controle químico (ARAÚJO FILHO, 2000).

2.8 Composição químico-bromatológica da palma forrageira dos diversos gêneros

A composição químico-bromatológica da palma forrageira é variável de acordo com a espécie, idade dos cladódios e época do ano, (Santos, 1989 citado por Ferreira, 2005), como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 Composição químico-bromatológica da palma forrageira

Gênero	MS	PB¹	FDN¹	FDA¹	CHT¹	CNF¹	CNE¹	MM¹	Autores
(%)									
Opuntia (Redonda)	10,40	4,20	—	—	—	—	—	—	Santana et al. (1972)
Opuntia (Gigante)	9,40	5,61	—	—	—	—	—	—	Santos (1989)
Opuntia (Redonda)	10,93	4,21	—	—	—	—	—	—	Santos (1989)
Opuntia (Gigante)	12,63	4,45	26,17	20,05	87,96	61,79	—	6,59	Andrade (2001)
Opuntia (Gigante)	8,72	5,14	36,09	23,88	86,02	50,93	—	7,98	Magalhães (2002)
Opuntia (Gigante)	7,62	4,53	27,69	17,93	83,32	55,63	—	10,21	Araújo (2002)
Nopalea (Miúda)	13,08	3,34	16,60	13,66	87,77	71,17	—	7,00	Araújo (2002)
Opuntia (Gigante)	10,70	5,09	25,37	21,79	78,60	53,23	—	14,24	Melo (2002)
Opuntia (Gigante)	14,40	6,40	28,10	17,60	77,10	—	50,0	14,60	Batista et al. (2003)
Nopalea (Miúda)	12,00	6,20	26,90	16,50	73,10	—	47,4	18,60	Batista et al. (2003)
Opuntia (IPA-20)	13,80	6,00	28,40	19,40	75,10	—	46,30	17,10	Batista et al. (2003)
Opuntia (Gigante)	9,80	4,53	34,37	20,88	85,46	53,53	—	8,51	Cavalcanti (2005)

1. % na matéria seca

MS = Matéria Seca, PB = Proteína bruta, FDN = Fibra em detergente neutro, FDA = Fibra em detergente ácido, CHT = Carboidratos totais, CNF = Carboidratos não-fibrosos, CNE = Carboidratos não estruturais, MM = Matéria mineral

De acordo com os dados apresentados na tabela 1, a palma independente do gênero, apresenta baixos teores de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido. No entanto, apresenta teores razoáveis de carboidratos totais, carboidratos não-fibrosos, carboidratos não-estruturais e matéria mineral. Segundo Magalhães et al., (2004), em razão do baixo teor de matéria seca da palma forrageira, dietas formuladas com altos percentuais de palma normalmente contribui para minimizar a necessidade de água dos animais, devido a seu alto teor de umidade.

O teor médio de proteína bruta da palma forrageira, 4,81%, pode ser considerado baixo, necessitando complementação com outras fontes desse nutriente. Entretanto, em decorrência do alto conteúdo de Carboidratos prontamente disponíveis para os microorganismos ruminais, a

uréia é uma importante alternativa para correção protéica da palma forrageira, como acontece com a cana-de-açúcar. (Santos et al., 1992).

Em termos nutricionais, nos vegetais, os carboidratos podem ser classificados como fibrosos e não fibrosos. Os primeiros compreendem os polímeros que compõem a parede celular e que, juntamente com a lignina, desempenham funções de sustentação e proteção, representadas basicamente pela celulose e hemicelulose, os quais são lenta e parcialmente disponíveis. Por outro lado, estes carboidratos têm o importante papel de manutenção da saúde do rúmen. Os carboidratos não-fibrosos, representados pelos açúcares. Amido, ácidos orgânicos, outros tipos de reservas de carboidratos e a pectina, são a maior fonte de energia para animais de alta produção (Batista et al., 2001).

O NRC (2001) recomenda que dietas de vacas em lactação devam conter entre 33 e 46% de CNF. Valores superiores àqueles poderão causar alterações no padrão de fermentação ruminal com conseqüente queda na digestibilidade da fibra e teor de gordura do leite (Wanderley (2001).

As proporções de carboidratos fibrosos e não-fibrosos da palma forrageira e de outros alimentos usados na alimentação de ruminantes são apresentadas, na Tabela 2.

Tabela 2 Teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e carboidratos não fibrosos (CNF), dos alimentos selecionados

Alimentos	FDN³	FDA³	CNF³
Palma Forrageira ¹	26,79	18,85	58,55
Milho ²	15,28	3,78	75,29
Farelo de Trigo ²	47,01	13,75	34,39
Polpa de Citrus ²	24,20	22,20	61,70
Silagem de Milho ²	58,03	32,43	27,13
Silagem de Sorgo ²	65,12	35,06	19,01
Capim Elefante ²	62,06	40,33	20,19
Bagaço de Cana	86,03	60,05	5,22

Como pode ser observado, a palma forrageira, embora considerada volumoso, apresenta baixos níveis de carboidratos fibrosos, FDN, FDA e altos teores de carboidratos não-fibrosos, caracterizando-se como um alimento energético, sendo sua composição bem semelhante à da polpa de citrus.

A palma forrageira apresenta elevados teores de cálcio, potássio e magnésio (Tabela 3), o que pode reduzir a absorção desses minerais, limitando o crescimento microbiano e a

digestibilidade de diferentes nutrientes (BEN SALEM et al., 1996). Os teores de fósforo na palma, como na maioria das forragens tropicais, são considerados baixos, não fornecendo quantidades suficientes para o atendimento das exigências dos animais (GERMANO et al., 1991). Este fato é importante, uma vez que a deficiência de fósforo pode ter efeito negativo sobre o consumo de matéria seca e digestibilidade dos nutrientes (MCDOWELI, 1996).

A palma é uma forrageira bem adaptada às condições do semi-árido, suportando grandes períodos de estiagem, caracterizadas por um processo fotossintético das plantas CAM que resulta em maior eficiência no uso da água que as leguminosas gramíneas e cactáceas. Conforme metabolismo fotossintético a relação para a produção de (kg de água / kg de matéria seca), são 700– 800, para as plantas C3, 250–359 para as C4 e 100–150 para as CAM. Contudo, o bom rendimento dessa cultura está climaticamente relacionado a áreas com 400 a 800 mm anuais de chuva, umidade relativa acima de 40% de acordo com Viana, (1969) e temperatura diurno-noturna de 25 a 15 °C segundo orientações de Nobel (1995).

Tabela 3 Teores de matéria seca dos minerais na palma forrageira

Gênero	Minerais (% na matéria seca)				Autores
	Ca	K	Mg	P	
Opuntia (Gigante)	2,0	2,37	0,85	0,12	Wanderley et al (2003)
Opuntia (Gigante)	2,35	2,58	—	0,16	Santos (1989)
Opuntia (Gigante)	2,0	—	—	0,18	Mattos (2000)
Opuntia (Gigante)	2,87	—	—	0,36	Melo et al. (2003)
Opuntia (Gigante)	2,78	2,11	—	0,13	Santos et al. (1997)
Opuntia (Gigante)	4,1	—	1,3	0,5	Batista et al. (2003)
Nopalea (Miúda)	5,7	—	1,7	0,6	Batista et al. (2003)
Nopalea (Miúda)	2,25	1,5	—	0,1	Santos et al. (1997)

Nutricionalmente, as *Opuntia* 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 ug 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). Em estudo da composição químico-bromatológica da palma forrageira, independente do gênero, Ferreira (2006), verificou baixos

teores de MS ($11,69 \pm 2,56\%$), PB ($4,81 \pm 1,16\%$), fibra em detergente neutro ($26,79 \pm 5,07\%$), fibra em detergente ácido ($18,85 \pm 3,17\%$), carboidratos totais ($81,12 \pm 5,9\%$), carboidratos não fibrosos ($58,55 \pm 8,13\%$), carboidratos não estruturais ($47,9 \pm 1,9\%$) e material mineral ($12,04 \pm 4,7\%$). 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).

Estudos conduzidos por pesquisadores da EMEPA-PB, 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, 1997).

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 pode contribuir para amenizar a situação. Além de ser um recurso alimentar muito importante, as suas raquetes suculentas ajudam a aliviar o irregular suprimento hídrico dos 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, 1996; SANTOS et al., 2001; OLIVEIRA, 2006; ROMO et al., 2006; VIEIRA, 2006; WAAL et al., 2006; BISPO, 2007).

2.9 Produtividades da palma forrageira em diferentes regiões

O cultivo da palma para a produção de forragem é o sistema de sequeiro capaz de atingir as maiores produtividades de biomassa da região semi árida nordestina (MENEZES, et al., 2005).

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

Esta planta representa uma opção para os criadores para amenizar a fome dos seus animais (FARIAS et al., 2000; 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).

No estado do Rio Grande do Norte Guerra et al., (2005), 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.

Em São Bento do Una, Pernambuco, Santos et al., (1994) observaram que as produtividades da palma em área onde foram realizados roço ou capinas, foi 100% maior do que a produtividade da palma em áreas sem trato cultural, recomendando, em média três capina por ano para os plantios adensados.

Ainda de acordo com os autores, mesmo sendo uma planta adaptada às condições de semi aridez 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 das pesquisas visando a obtenção de clones mais produtivos do que os atuais.

Nas zonas áridas e semi-áridas do Mediterrâneo, a produção de forragem da *Opuntia ficus-indica* Mill, 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).

No entanto em estudos realizados no México verificou-se 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-TOBIÁS 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).

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⁻¹ de matéria seca, 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, evidenciou que em todas as localidades pesquisadas, o palmal 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).

De acordo com Nascimento (2008), em experimento no Núcleo de Pesquisa para o Semi-Árido – NUPEÁRIDO do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, em Patos – PB observou que, a estimativa da produção para plantas que estiverem submetidas ao menor espaçamento (0,10 m x 1,7 m), apresentou a maior produção estimada de 92,79 t ha⁻¹ MV, superando em 27,75%, 79,36% e 69,75% as plantas submetidas aos espaçamentos 0,15 m x 1,7 m; 0,20 m x 1,7 m e 0,25 m x 1,7 m, respectivamente.

Andrade (2009), em experimento realizado na microrregião da Serra do Teixeira no município de Teixeira, localizado no Sertão Paraibano, constatou que a produção de matéria verde da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill), foi influenciada pela densidade de plantas e que o espaçamento 1,70m x 0,10m, quando aplicado dose de 120 kg/ha de farinha de osso apresentou maior produção de matéria verde 603,93 t ha⁻¹, e no espaçamento de 1,70m x 0,25m submetido a dose de 80 kg/há, apresentou a menor produção de 208,13 t ha⁻¹ de palma forrageira.

No município de Arcoverde (PE), Santos et al. (2000), utilizando espaçamento de 1,0 m x 0,5 m para as variedades de palma forrageira Gigante e Redonda observaram produtividades de 105,35 e 103,75 t ha⁻¹ ano⁻¹ respectivamente.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização da área experimental

O experimento foi conduzido no período de janeiro de 2007 a outubro de 2008 no Núcleo de Pesquisas para o Semi-árido (NUPEÁRIDO), pertencente ao Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande (CSTR/UFCG), distando 6 km a sudeste da sede do município de Patos – Estado da Paraíba. As coordenadas geográficas do NUPEÁRIDO são: latitude de 07°05'10'' S e longitude de 37°15'43'' W, estando a 242 m de altitude.

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen (1948), é do tipo BSh – semi árido, ou seja, quente e seco de junho a dezembro e com precipitação pluviométrica anual bastante irregular, ocorrendo nos meses de janeiro a maio. Na sede do município a temperatura média anual é de 28,01°C, com a máxima de 33,64°C e a mínima de 22,38°C, com pluviometria variando na última década de 436,9 a 1.352,3 mm. Os dados pluviométricos referentes à última década do município de Patos e encontram-se na tabela 4.

Tabela 4 Médias pluviometrias mensais ocorridas no município de Patos - PB, no período de 1999 a 2008

ÍNDICES PLUVIOMÉTRICOS (mm)													
ANO	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
1999	85,2	53,6	278,8	1,6	178,8	1,7	11,8	0,0	0,0	27,4	32,5	50,4	722,8
2000	81,6	78,8	153,2	170,1	40,3	7,5	19,0	86,6	18,2	0,0	0,0	53,0	708,3
2001	37,6	2,9	194,6	85,8	28,8	52,0	12,0	0,0	6,2	5,0	0,0	12,0	436,9
2002	304,8	79,2	138,7	85,6	71,5	50,0	1,3	0,0	0,0	0,0	3,5	36,0	770,6
2003	117,2	54,4	207,1	95,9	16,5	15,2	4,9	0,0	0,8	0,0	0,0	31,5	543,5
2004	320,4	165,4	26,1	89,8	7,2	34,2	24,1	4,4	1,6	0,0	0,0	0,0	673,2
2005	28,8	68,5	384,7	42,3	20,7	40,1	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	180,1	767,7
2006	0,0	168,8	244,2	195,6	121,9	8,8	0,0	0,0	0,0	15,3	1,3	83,2	839,9
2007	12,1	255,8	40,8	110,0	44,2	3,1	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	91,0	559,9
2008	27,4	227,1	489,5	211,8	183,9	13,8	15,3	0,0	3,7	0,0	0,0	179,8	1.352,3

Fonte: Escritório Regional da EMATER – Patos – PB (2008)

O solo da área do experimento é classificado como LUVISSOLO PLANOSSÓLICO, distrófico de textura arenosa (EMBRAPA, 2006). Para caracterização dos atributos físicos e químicos foram realizadas coletas de solo, em amostra composta coletada na camada de 0-20 cm. As análises foram realizadas no Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta da Escola Agrotécnica Federal de Sousa – PB. Os resultados das análises químicas e determinações físicas encontram-se descritos na tabela 5.

Tabela 5 Atributos químicos e físicos do solo da área experimental

Camada	pH em Água	Atributos químicos										
Prof. (cm)	- (1:2,5)	P mg.dm ⁻³	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	CTC	V %	M.O g.kg ⁻¹
0 – 20	5,0	9,0	0,26	0,9	0,6	0,13	0,2	2,2	1,9	4,1	46	5,97
Atributos físicos												
Prof. (cm)	Areia	Silte g.kg ⁻¹	Argila	Densidade aparente	Densidade real	Porosidade Total m ³ .m ⁻³	Argila natural g. kg ⁻¹ .	Classe Textural				
0 – 20	827	72	101	1,57	2,83	0,44	50	Arenoso				

Laboratório de análise de Solo, Água e Planta da Escola Agrotécnica Federal de Sousa – PB

3.2 Preparo da área experimental

Antes da implantação do experimento, fez-se a destocou-se da área, para então realizar subsolagem (Figura 1A), utilizando subsolador de três hastes a uma profundidade de 0,50 m, seguida de gradagem (Figura 1B) e sulcamento (Figura 1C), utilizando sulcador de aiveca de duas linhas com regulagem para espaçamento entre os sulcos de 1,70 m, à profundidade média de 0,30 m. Mediante o preparo da área, procedeu-se à demarcação da área experimental, utilizando-se fita métrica para demarcar a área das parcelas, em cada bloco. Após a medição das parcelas experimentais, realizou-se a identificação de cada parcela utilizando-se piquetes de madeira (Figura 1D).



Figuras 1 Preparo da área experimental: Subsolação (A); Gradagem (B) e Sulcamento (C) e identificação das parcelas experimentais (D). PATOS-PB, 2007

3.3 Instalação e condução do experimento

Os tratamentos foram definidos pela combinação de quatro espaçamentos (10; 15; 20 e 25 cm entre plantas) e quatro doses de fósforo, na forma de superfosfato simples (10; 15; 20 e 25 g.planta⁻¹).

O experimento foi instalado numa área de 2.040 m² (80,0 m x 25,5 m), compreendendo 48 parcelas de 42,5 m² (8,5 m x 5,0 m), conforme mostra o croqui da figura 2.

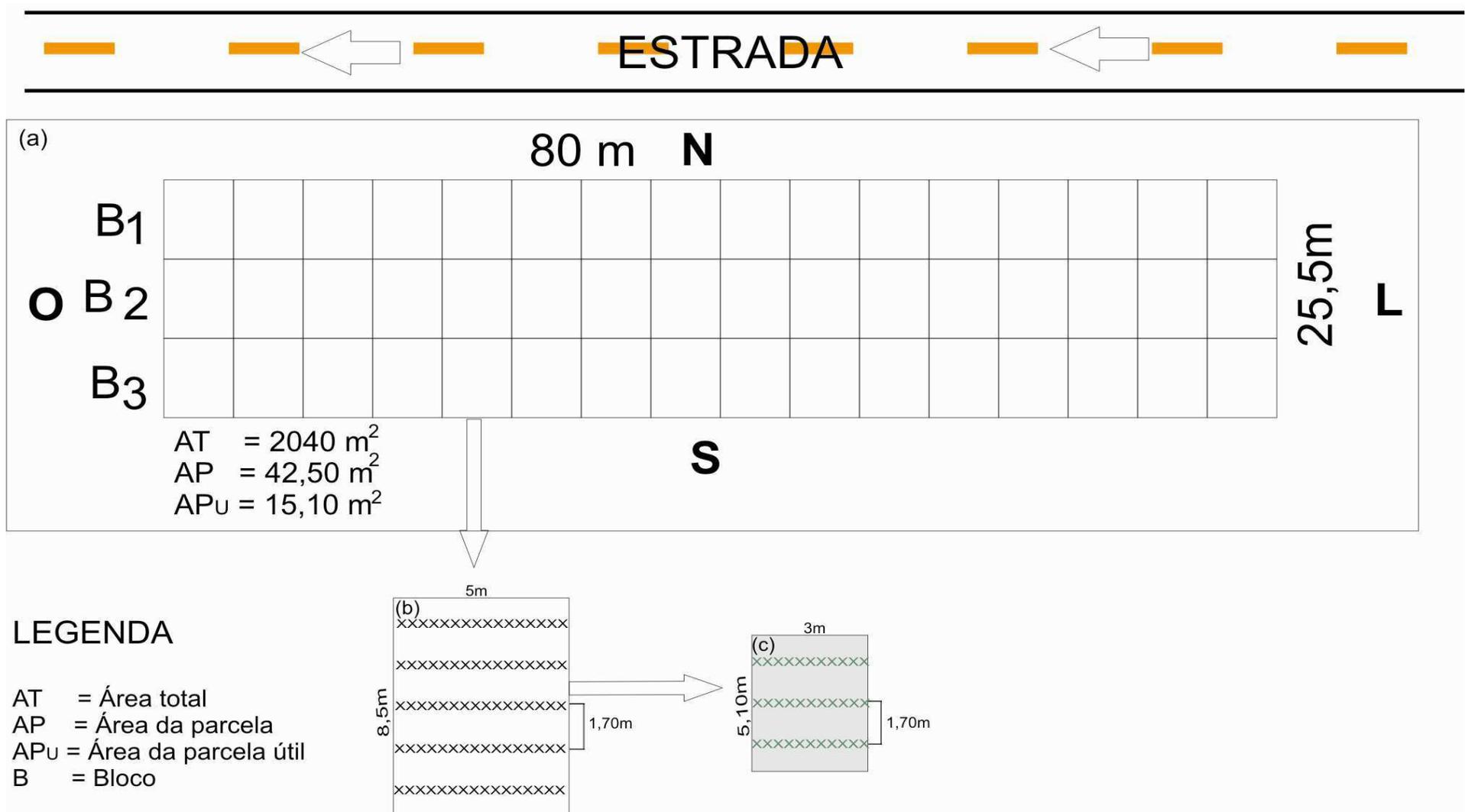


Figura 2 Croqui da área experimental: área total (a), área da parcela (b) e área da parcela útil (c).

As raquetes da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* (L) Mill) utilizadas no experimento foram adquiridas no município de Juazeirinho – PB, onde foram pré-selecionadas e permaneceram em repouso, à sombra, por 15 dias (Figura 3). Esse processo de cura ocorreu para que houvesse tempo necessário para a cicatrização das raquetes, impedindo assim a entrada de microrganismos evitando, por conseqüente, o apodrecimento das raquetes inertes, pelo contato direto com a água, fenômeno comum no período chuvoso. Foram utilizados cladódios intermediários (nem da base, nem dos extremos da planta), grandes, viçosos e livres de manchas e da presença de sinais de pragas ou doenças.



Figura 3. Raquetes pré-selecionadas e em repouso à sombra. PATOS-PB, 2007

Uma semana antes do plantio realizou-se adubação de fundação, utilizando esterco bovino curtido, na quantidade de 30 Mg ha^{-1} , segundo recomendação de Dubeux Júnior e Santos (2005), aplicado dentro do sulco. Após a adubação orgânica, foi feita a fertilização fosfatada usando superfosfato simples nas quantidades de (10; 15; 20 e $25 \text{ g.plantas}^{-1}$) de acordo com o tratamento pré-estabelecido. (Figura 4).



Figura 4 Área experimental (A); Aplicação do esterco bovino dentro do sulco (B). PATOS – PB, 2007

As raquetes foram plantadas dentro dos sulcos, dispostas uma após a outra, no sentido leste-oeste (Figura 5), distanciadas conforme o espaçamento definido para cada tratamento e com 50% do seu comprimento enterradas ao solo.



Figura 5 Plantio da palma forrageira conforme espaçamentos definidos PATOS – PB, 2007

Durante a condução do experimento, realizaram-se três adubações de cobertura. Para cada adubação, utilizou-se uréia na quantidade de $220 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (SANTOS e LIRA, 1998), com intervalos de 20 (vinte) dias, parceladas em três aplicações no período das chuvas.

Os tratos culturais foram feitos com o intuito de manter a área experimental isenta de plantas daninhas. Para tanto, foram feitas três capinas, sendo a primeira com o uso de enxada e as outras duas químicas, onde se usou o herbicida glifosato (100 ml/pulverizador de 20 litros) na entrelinha de plantio, complementado com capina manual na linha, para manter a cultura sempre livre de plantas invasoras, bem como de pragas e doenças.

O controle fitossanitário constou de uma única aplicação do inseticida folisuper (40 ml/pulverizador de 20 Lt) contra a lagarta do broto (Figura 6).



Figura 6 Pulverização contra a lagarta do broto. PATOS-PB, 2008

3.4 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, tendo os tratamentos sido arranjados num fatorial 4 x 4, que compreendeu quatro espaçamentos (10, 15, 20, 25 cm entre plantas) e quatro doses de fósforo (10; 15; 20 e 25 g.SS. planta⁻¹), os quais foram dispostos no campo, com três repetições.

As diferentes combinações dos espaçamentos e doses de fósforo podem ser visualizadas na tabela 6.

Tabela 6 Esquema mostrando os tratamentos resultantes da interação nos espaçamentos entre plantas (E) e doses de superfosfato simples (SS) no cultivo da palma forrageira em Patos - PB

TRATAMENTO	E Cm	SS g.SS.planta ⁻¹	TRATAMENTO	E Cm	SS g. SS.planta ⁻¹
E ₁ P ₁	10	10	E ₃ P ₁	20	10
E ₁ P ₂	10	15	E ₃ P ₂	20	15
E ₁ P ₃	10	20	E ₃ P ₃	20	20
E ₁ P ₄	10	25	E ₃ P ₄	20	25
E ₂ P ₁	15	10	E ₄ P ₁	25	10
E ₂ P ₂	15	15	E ₄ P ₂	25	15
E ₂ P ₃	15	20	E ₄ P ₃	25	20
E ₂ P ₄	15	25	E ₄ P ₄	25	25

3.5 Coletas das raquetes nas parcelas úteis

As parcelas foram identificadas nos piquetes e delimitadas a área útil das mesmas que compreenderam as três linhas centrais, segmentos de 3,0 m, totalizando 9,0 m lineares, deixando-se bordadura de 1,0 m na “cabeça” de cada linha, conforme visualização na figura 7.



Figura 7 Identificação da parcela útil no piquete da área experimental. PATOS-PB, 2008

As coletas de material vegetal para análises químico-bromatológica, foi realizada aos vinte meses, após o plantio, sendo colhido em cada parcela, um cladódio nas entrelinhas aleatoriamente, totalizando três cladódios em cada parcela útil, no total foram colhidos cento e quarenta e quatro amostras na área experimental. As amostras foram transportadas até o Laboratório de Nutrição Animal do CSTR/UFCG, sendo pesadas para obtenção do peso da matéria verde, fragmentadas e acondicionadas em recipiente de alumínio devidamente identificado e, em seguida, colocadas em estufa de aeração forçada a 60 °C por 72 h. Após a pré-secagem, obteve-se o peso de matéria seca propriamente dita, sendo processadas em moinhos de facas com peneiras de 1,0 mm. Em seguida o material foi acondicionado em recipiente plástico identificado para as análises subseqüentes.

Para avaliação da composição bromatológica procedeu-se análise de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). As análises químicas dos teores de Fósforo (P), foi feita por via úmida a partir do método espectrofotômetro e para o Cálcio (Ca^{+2}), foram realizadas a partir do espectrofotômetro de chama, conforme metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002).

Em campo, a colheita para determinação da produção de matéria verde foi realizada em três etapas, onde se levou em consideração os três blocos experimentais. O primeiro bloco foi colhido no dia 10/09/2008, feito o corte da parte aérea de cada planta a partir do 1º cladódio emitido pela planta mãe, cortando 2,0 cm acima da inserção da planta mãe e o 1º cladódio; após o corte, fez-se a contagem dos cladódios em todas as plantas de cada linha da parcela útil (Figura 8), sendo repetido esse processo nas dezesseis parcelas experimentais dos blocos dois e três.



Figura 8 Corte e contagem dos cladódios no campo experimental. PATOS-PB, 2008

Após a contagem, os cladódios de toda área experimental foram colocados em engradados de plástico, identificados, conforme cada parcela e suas respectivas linhas, sendo transportados da área experimental em carroça de tração animal até o secador, onde, antes, se obtinha o peso de matéria verde de cada entrelinha, que somados os três de cada parcela, resultava no peso de matéria verde por parcela (Figura 9 A, B, C e D).

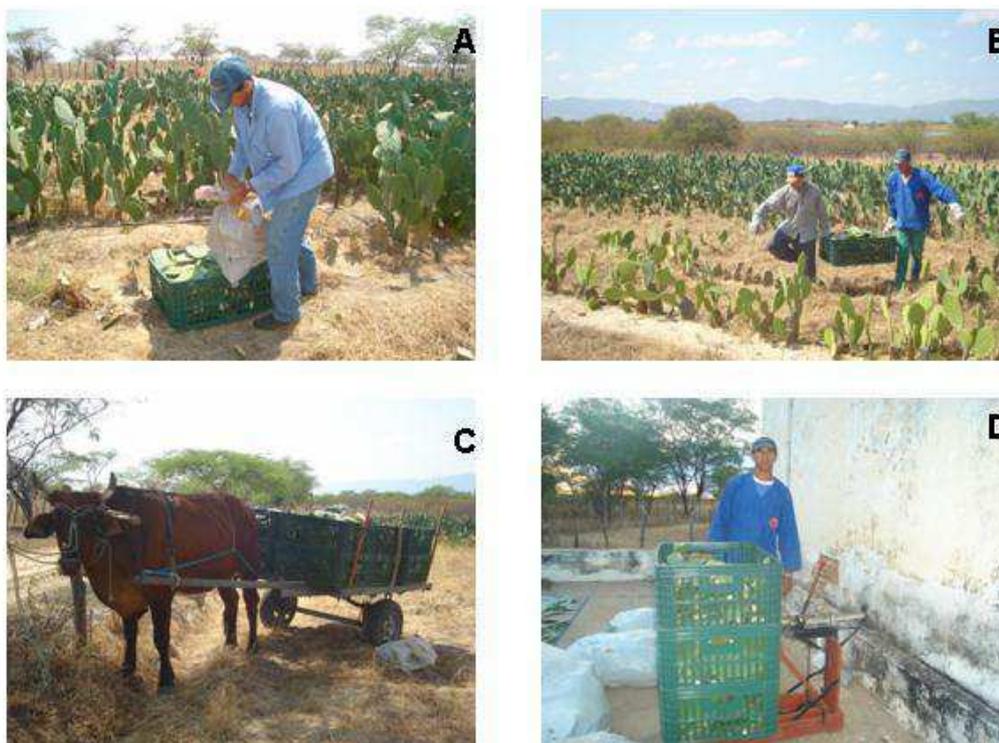


Figura 9 Cladódios acondicionados em engradados plásticos (A); transporte dos engradados da área experimental (B); transporte em carroça de tração animal (C) e verificação do peso de matéria verde em balança(D). PATOS-PB, 2008

Conforme verificação do peso de matéria verde os cladódios foram submetidos ao corte em uma frrageira específica, que foram acondicionados nos engradados plásticos e distribuídos em um terraço, demarcados a fim de serem submetidos à secagem ao sol, durante 15 dias, (Figuras 10 A e B), objetivando assim a desidratação ao máximo.



Figura 10 Forrageira fatiadoura da palma (A), Terraço para secagem da palma ao sol na Fazenda NUPEÁRIDO (B). PATOS-PB, 2008

Esse procedimento foi realizado nos dois outros blocos experimentais: 2 e 3 , colhidos nos dias 25/09/2008 e 10/10/2008, respectivamente. Os intervalos de 15 dias entre a colheita, de cada bloco foram suficientes para realização do corte, contagem, pesagem, fragmentação, pré-secagem, verificação do peso de matéria seca, após esse procedimento foram acondicionados em sacos de náilon, identificados conforme a parcela correspondente e suas respectivas linhas, e anotado em caderneta de campo o peso correspondente da parcela útil (Figuras 11 A e B).



Figura 11 Acondicionamento da palma em sacos de náilon identificados com suas respectivas parcelas (A) e verificação do peso de matéria seca das parcelas úteis (B) (PATOS-PB, 2008)

3.6 Análises estatísticas

As análises estatísticas dos dados obtidos nessa pesquisa experimental foram realizadas por meio do Programa SISVAR – FERREIRA, (2003).

Inicialmente foi realizada uma análise de variância para verificar a significância dos fatores de variação espaçamentos (E) e doses de fósforo (P) e a interação entre estes (E x P), sendo avaliados pelo teste F, aos níveis de 1% e 5% de probabilidade, resultam nos tratamentos relacionados na tabela 7.

Devido os tratamentos serem quantitativos, fez-se a comparação destes, com a utilização de regressão polinomial, onde foram evidenciados os efeitos linear e quadrático.

Tabela 7 Esquema de análise de variância do experimento

Fonte de variação	Graus de liberdade
Espaçamento (E)	03
Fósforo (P)	03
E X P	09
Tratamento	15
Bloco	02
Resíduo	30
Total	47

A regressão consistiu na estimação de uma variável dependente a partir de outra variável independente, a correlação determinou o grau de relação entre as variáveis, ou seja, procurou-se determinar explicitamente numa equação linear entre as variáveis experimentais. Tal relação foi expressa por uma função matemática (equação de regressão), onde se diz que a variável dependente (Y) é uma função da variável independente (X), cuja equação determinou os efeitos das doses de superfosfato simples em relação aos espaçamentos prescritos nessa pesquisa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Composição químico-bromatológicas da palma forrageira em função dos espaçamentos e doses de superfosfato simples

Na tabela 8, estão apresentados os valores da composição químico-bromatológica para os teores de Matéria Seca (MS), Matéria Mineral (MM), Matéria Orgânica (MO), Proteína Bruta (PB), Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA) e teores de cálcio e fósforo. De acordo com a análise dos dados verificou-se que não houve efeito significativo ($p > 0,05$) das doses de superfosfato simples em relação aos espaçamentos e da interação sobre a composição e teores de cálcio e fósforo da palma forrageira.

Tabela 8 Composição químico-bromatológica da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) colhida aos 20 meses após o plantio

		Variáveis							
Doses de SS. g.planta ⁻¹	Espaçamentos entre plantas	MS	MM	MO	PB	FDN	FDA	P	Ca
		------(%)-----							
10	1,7m x 0,10m	12,12	11,42	88,57	6,57	49,72	29,83	0,13	5,37
	1,7m x 0,15m	12,54	20,56	79,43	7,30	47,44	29,82	0,14	5,37
	1,7m x 0,20m	12,36	9,99	90,00	7,30	51,23	30,77	0,21	5,69
	1,7m x 0,25m	11,78	13,80	86,19	8,35	48,78	32,95	0,20	5,27
15	1,7m x 0,10m	13,72	13,59	86,41	6,37	43,64	27,94	0,25	6,10
	1,7m x 0,15m	12,23	11,92	88,07	6,51	44,51	27,20	0,24	5,66
	1,7m x 0,20m	12,55	12,61	87,39	5,93	51,14	31,19	0,24	6,28
	1,7m x 0,25m	12,54	12,78	87,21	6,76	47,94	29,40	0,17	5,20
20	1,7m x 0,10m	12,66	12,30	87,69	6,93	57,03	34,92	0,17	4,76
	1,7m x 0,15m	11,23	12,29	87,70	6,70	49,51	30,73	0,15	4,98
	1,7m x 0,20m	11,51	12,69	87,30	8,21	55,41	34,15	0,19	5,41
	1,7m x 0,25m	11,59	12,36	87,63	8,11	48,34	33,88	0,23	4,80
25	1,7m x 0,10m	12,01	11,02	88,98	8,28	54,27	33,71	0,19	4,72
	1,7m x 0,15m	11,66	10,43	89,56	8,09	49,75	30,33	0,21	4,09
	1,7m x 0,20m	12,24	10,71	89,28	8,79	52,06	31,61	0,22	4,43
	1,7m x 0,25m	11,68	11,25	88,74	8,72	43,14	28,80	0,23	4,45
	DMS%	2,28	11,77	11,77	5,87	11,45	0,18	5,87	2,44
	CV%	6,21	30,98	4,42	25,43	12,11	30,64	25,43	15,56

A composição química da palma é variável segundo a espécie, variedade, idade do artigo, nível de fertilidade do solo, espaçamento e época do ano (SANTOS et al., 2000).

Conforme a tabela 8 verifica-se que os teores de matéria seca da palma forrageira quando submetidas as doses de superfosfato simples de 20g.planta^{-1} e 15g.planta^{-1} , cujos espaçamentos são da ordem de $1.70\text{m} \times 0,10\text{m}$ e $1.70\text{m} \times 0,15\text{m}$, os resultados obtidos foram de 11,23% e 13,72%, respectivamente. Verificou-se, portanto que a palma quando submetidas a dosagens superior a 15g.planta^{-1} , aumentou o nível de matéria seca quando diminuiu a densidade de plantio.

Os dados obtidos neste trabalho, quando comparados ao de Mattos (2000), em trabalho realizado em Pernambuco, com a palma *Opuntia ficus-indica* Mill, cultivar Gigante, determinou o seguinte nível de matéria seca 16,32%. Enquanto que Batista et al., (2001), estudando a palma cv. Gigante, observaram uma percentagem de matéria seca para os artigos de segunda ordem e os artigos mais novos 14,4%, os autores supracitados obtiveram valores semelhantes aos do presente estudo. A composição química da palma é variável segundo a espécie, variedade, idade do artigo, nível de fertilidade do solo, espaçamento e época de plantio (SANTOS et al., 2000).

De acordo com a tabela 8, embora não tenha sido verificado efeito significativo dos tratamentos e média do tratamento 10g.planta^{-1} no espaçamento $1.70\text{m} \times 0,15\text{m}$ em plantas foi superior, isso provavelmente tenha sido em decorrência de uma possível contaminação da amostra no campo no momento da coleta elevando os teores da Matéria Mineral, tendo em vista que a coleta das amostras foram coletados em intervalos de 15 dias dos três blocos experimentais.

Os resultados obtidos nesta pesquisa para a Matéria Mineral da palma gigante são superiores aos encontrados por Andrade (2001), que obteve valor médio de 6,59%. Já Cavalcante (2007); Batista et al., (2003) e Melo (2002), obtiveram teores médios na mesma cultura na ordem de 8,51, 14,60 e 14,24% de matéria mineral respectivamente, valores similares aos dados encontrados nessa pesquisa.

Em trabalho desenvolvido na Embrapa Semi-Árido, Petrolina – PE, Tosto et al., (2007), obtiveram valor médio para Matéria Mineral na palma forrageira na ordem de 83,70% valor similar aos verificados no presente estudo.

Para a matéria orgânica, o menor e maior teor foi verificado para o tratamento com $10\text{g. SS. planta}^{-1}$, correspondendo a 79,43 e 90,00%, respectivamente.

Os valores médios estimados para matéria orgânica nesta pesquisa foi semelhante ao encontrado por Tosto et al., (2007), em trabalho desenvolvido no Estado de Pernambuco, com a mesma cultivar encontraram valor de 83,70% para a variável matéria orgânica.

O valor obtido, provavelmente, se deve ao fato da idade de colheita da palma que foi aos 20 meses após o plantio e no trabalho supracitado aproximadamente aos dois anos após o plantio, aliado às condições de cultivo.

Os valores para proteína bruta variaram de 5,93 a 8,79% (Tabela 8), dados estes superiores aos verificados na literatura para a palma forrageira, apesar de não ter havido diferenças significativas entre os teores de proteína bruta para os tratamentos testados, houve uma tendência nos resultados da proteína bruta nas amostras, quando receberam 15 g.SS.planta⁻¹ e 25g.SS.planta⁻¹, respectivamente.

A percentagem média da proteína bruta da palma forrageira é considerada baixa. Autores como Farias et al. (2000), Albuquerque (2000), Santos et al. (2000), Mattos (2000) e Wanderley (2001), obtiveram valores médios para a cultura da ordem de 4,6%, 3,6%, 6,38%, 4,28% e 4,45%, respectivamente. Entretanto, no presente estudo, encontraram-se valores mais elevados, o que deve estar associado ao manejo dado a essa cultura, a exemplo da adubação fosfatada e orgânica.

Silva et al., (2001), afirmaram que a composição química da palma forrageira é afetada pela adubação e espaçamento. Trabalhando com o clone IPA-20, esses autores obtiveram valores de 7,91% de proteína bruta quando se combinou níveis altos de nitrogênio, espaçamento menos adensado e adubação fosfatada. Gonzáles (1989) verificou aumento de (4,5% para 10,5% de proteína bruta) em *Opuntia* submetida adubação nitrogenada e fosfatada.

Albuquerque e Santos (2005), em outro trabalho realizado descreveram três cultivares de palma (cv. Gigante; Redonda e Miúda) com diferentes teores de proteína bruta 4,83, 4,21 e 2,25%, respectivamente. Nesta pesquisa, o teor protéico da palma cv. Gigante diferiu das citadas pelos autores; dessa forma, a percentagem de proteína bruta presente na palma forrageira esta diretamente relacionada a espécie estudada e em função da adubação e dos espaçamentos.

Ainda de acordo com a tabela 8, podemos observar os teores de FDN da palma, onde se é possível constatar que estes são considerados elevados quando comparados com os relatados na literatura com uma FDN variando de 35 a 28% (Albuquerque, 2000; Mattos, 2000; Wanderley, 2001 e Menezes et al.; 2007). Os elevados teores de FDN aqui verificados podem ser justificados pela forma de como foi selecionado o material para análise, ou seja, pode ter

sido coletado apenas cladódios mais velhos e com material mais fibroso o que pode ter levado a esses resultados.

A palma forrageira, segundo Wanderley et al., (2002), é considerado um alimento rico em água e mucilagem, porém apresenta teores de FDN baixos. Esta informação contrasta com os dados obtidos no presente estudo, no qual se obteve valores de FDN, variando de 43,14% a 57,03%, praticamente o dobro do que é relatado na maioria dos trabalhos de pesquisa.

É sabido que, a quantidade de fibra nos alimentos interfere na atividade mastigatória, na secreção salivar e no pH ruminal. Os carboidratos fibrosos FDN constituídos por celulose, hemicelulose, lignina e proteína danificada pelo calor, são potencialmente digestível e FDA constituída por celulose e lignina são totalmente indigestível. Compreendem os polímeros que compõem a parede celular e que, juntamente com a lignina, desempenham funções de sustentação e proteção representadas pela celulose e hemicelulose, os quais são lentos e parcialmente disponíveis (SANTOS et al., 2005).

Os valores de FDN observados na tabela 8, assemelham-se a valores encontrados para resíduo desidratado de vitivinícola – 43,97% (Tosto et al., 2007), silagem de resíduo de abacaxi – 50,02% (Lallo et al., 2002) e resíduo industrial de tomate – 52,10% (Pimentel et al., 2006).

Valadares et al., (2002), trabalhando com a palma em experimento de campo encontraram teores de fibra em detergente neutro 26,79% e fibra em detergente ácido 18,85%, valores estes abaixo aos dessa pesquisa de campo.

O estudo analítico do desempenho do superfostado simples e dos espaçamentos demonstrou que, à medida que foram aumentadas as doses da fonte de fósforo e espaçamentos, ocorreu aumento no teor da fibra em detergente ácido na ordem de 27,20% a 34,92%, quando as plantas foram submetidas nas dosagens de 20g.planta⁻¹ e 15g.planta⁻¹, espaçadas a 1,70m x 0,15m e 1,70m x 0,10m, respectivamente.

Os valores encontrados neste trabalho, para fibra em detergente ácido (FDA) da palma forrageira, foram próximos aos resultados descritos por Magalhães, (2002) 23,88%. Porém, Melo (2002) e Cavalcante (2007) descreveu valores inferiores para a FDA da palma forrageira cv. Gigante, em torno de 21,79% e 20,88%, respectivamente. Os resultados obtidos neste trabalho apesar de serem superiores aos valores dos autores supracitados devem ser atribuídos as dosagens de fósforo e dos espaçamentos testados.

A análise de variância para cálcio mostrou que não houve efeitos significativos pelo teste F ($p > 0,05$) em função das doses de superfosfato simples e dos espaçamentos utilizados entre plantas, conforme a tabela 8.

Para o cálcio os teores variaram de 4,09% a 6,28%, com o menor teor verificado no tratamento de 25g. SS. Planta¹ e maior no tratamento com 15g.SS planta⁻¹, respectivamente. De acordo com Melo et al., (2005) a palma apresenta alta percentagem de cálcio. Segundo Medeiros (1958) os teores de cálcio na palma estariam em torno de 5,7% na ms.

Os teores de fósforo, alcançados no presente estudo variaram de 0,13% a 0,25% em média (Tabela 8), apesar de não ter havido diferença significativa entre os tratamentos, os valores foram obtidos nas plantas que foram adubadas com 10g.planta⁻¹ e 15g.planta⁻¹, respectivamente, cujos espaçamentos entre plantas foi de 1,7m x 0,10m.

Autores como, Mattos (2000), Nefzaoui e Ben Salem (2001) e Wanderley (2001), obtiveram valores médios do fósforo da ordem de 1,8%, 0,4% e 1,2%, respectivamente. No entanto os valores obtidos no presente estudo foram inferiores quando comparados com autores supracitados. Segundo Silva et al., (2002), afirmaram que a composição química da palma forrageira é variável segundo a espécie, variedade, idade do artigo, nível de fertilidade do solo, espaçamento e época do ano.

Nobel (2001), afirmou que a palma forrageira é pouco exigente em fósforo, enquanto que Dubeux et al., (2006), observaram efeito positivo da adubação fosfatada apenas nos teores de P disponível no solo inferiores a 10 mg.dm⁻³, o que está de acordo com os resultados das análises de solo obtidas neste estudo.

4.2 Efeitos dos espaçamentos sobre a variável matéria seca da palma forrageira

A análise de variância mostrou que houve efeito dos espaçamentos ($p < 0,05$) sobre a variável matéria seca da palma forrageira (Figura 12).

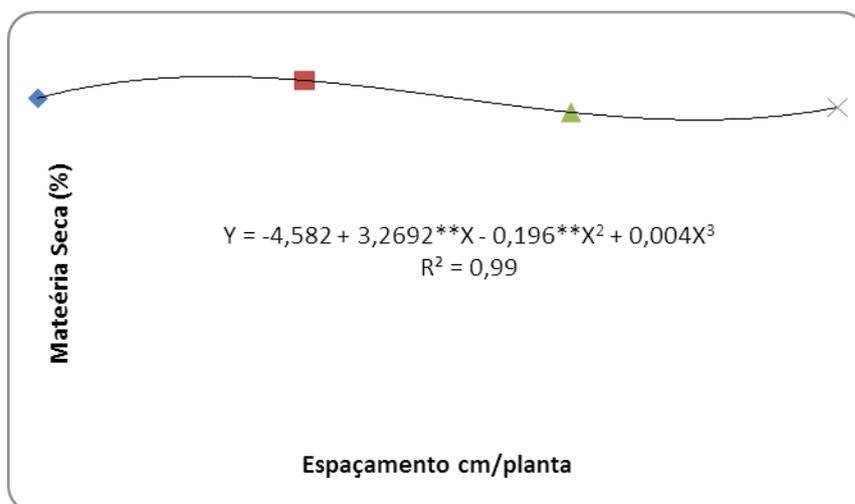


Figura 12 Efeitos dos espaçamentos entre plantas sobre a variável matéria seca da palma forrageira

Conforme a figura 12, nota-se um comportamento cúbico da matéria seca da palma forrageira em função dos diferentes espaçamentos, com o maior percentual obtida no espaçamento 1,70m x 0,15m, a partir deste verificou-se decréscimo, quando aumentou os espaçamentos entre plantas para 1,70m x 0,20m e 1,7m x 0,25m, respectivamente.

Os valores encontrados neste trabalho, para a variável matéria seca foi superior ao encontrado por Menezes et al., (2007), de 7,40% e semelhantes aos valores encontrados por Batista et al., (2001) e Mattos, (2000), na ordem 12,63 % e 16,32%, respectivamente. A percentagem média da matéria seca da palma é considerada baixa, conforme (Figura 12).

Pesquisa desenvolvida por Batista et al., (2003) e Andrade (2001), avaliando a composição química da palma forrageira do gênero *Opuntia* (Gigante) obtiveram valores 14,40% e 12,63%, respectivamente, valores este similares aos encontrados nesse trabalho.

Como pode ser observado nos trabalhos dos autores supracitados a palma forrageira do Gênero *Opuntia* (Gigante) apresenta baixos teores de matéria seca. Entretanto, trabalho realizado por (Silva et al., 2001), relata valores mais elevados, o que deve estar associado ao manejo mais racional que vem sendo dado a essa cultura, como, espaçamento e intensidade de corte adequado e déficit hídrico.

Observando a variável matéria seca, verifica-se na tabela 9, que houve diferença significativa para o fator espaçamento (E), o mesmo não acontecendo para a interação: espaçamento x doses de superfosfato simples (E x P).

Os valores obtidos para a variável matéria seca em função da doses de superfosfato simples e a interação, observados no presente estudo variaram de 11,23% a 13,72%. Verifica-se portanto que ocorreu aumento nos teores de matéria seca da palma, com o aumento no nível da adubação e redução na densidade de plantio, quando submetidas as dosagens de 20g.SS.plantas⁻¹ e 10g.SS.plantas⁻¹, respectivamente. Esses resultados foram alcançados nas plantas quando espaçadas ente 1,70m x 0,20m e 1,7m x 0,25m 15cm respectivamente. Esses resultados são semelhantes aqueles encontrados por Ferreira et al., (2003) que variaram de 2,56% a 11,69%, independente do gênero.

Magalhães e Melo, (2002), avaliando a composição química bromatológica da palma forrageira, obtiveram teores de matéria seca da ordem de 8,72% 10,70%, respectivamente. Santos et al., (2000), pesquisando dez clones de palma forrageira observaram variação de composição química

Santos et al., (1997) afirmam que nas regiões semi-áridas do Nordeste brasileiro a cultivar Gigante apresenta, em média teores de matéria seca da ordem de 10,48%. Esta informação está de acordo com os dados obtidos no presente estudo.

Tabela 9 Teores de matéria seca (MS) da palma forrageira em função das doses de superfosfato simples e dos espaçamentos entre plantas

Doses de SS. g.planta ⁻¹	Espaçamentos	MS (%)
10	1,7m x 0,10m	12,12 ab
	1,7m x 0,15m	12,54 ab
	1,7m x 0,20m	12,36 ab
	1,7m x 0,25m	11,78 ab
15	1,7m x 0,10m	13,72 a
	1,7m x 0,15m	12,23 ab
	1,7m x 0,20m	12,55 ab
	1,7m x 0,25m	12,54 ab
20	1,7m x 0,10m	12,66 ab
	1,7m x 0,15m	11,23 b
	1,7m x 0,20m	11,51 ab
	1,7m x 0,25m	11,59 ab
25	1,7m x 0,10m	12,01 ab
	1,7m x 0,15m	11,66 ab
	1,7m x 0,20m	12,24 ab
	1,7m x 0,25m	11,68 ab

MS = Matéria seca (%)

ab = letras iguais na coluna não diferem entre si estatisticamente

a e b = letras diferentes entre si diferem estatisticamente

4.3 Efeito das doses de superfosfato simples (SS) sobre a variável matéria seca da palma forrageira

Os teores de matéria seca da palma forrageira em função das doses de superfosfato simples são mostrados na figura 13.

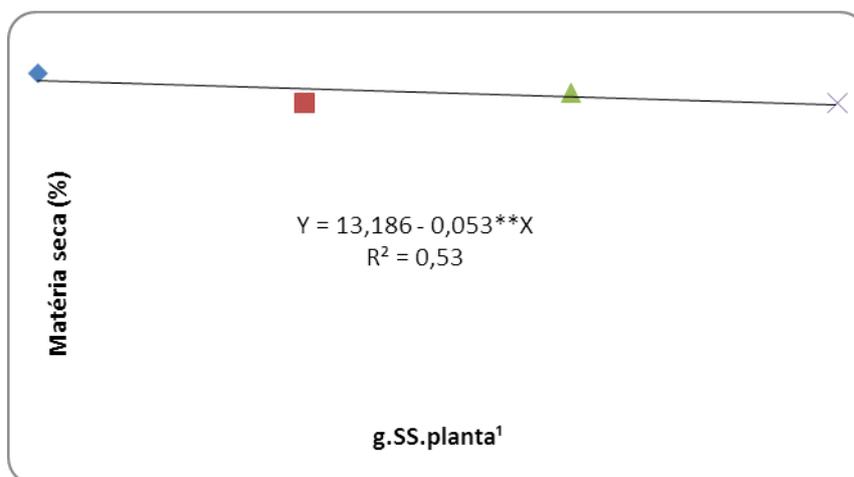


Figura 13 Efeito das doses de superfosfato simples (SS) para a variável matéria seca da palma forrageira

De acordo com a análise dos dados, houve efeito ($p < 0,05$) para a variável matéria seca, em função das doses de superfosfato simples, não sendo verificado efeito na interação.

Observa-se na (Figura 13), que a medida que ocorreu aumento nas doses de superfosfato simples entre as plantas da palma forrageira diminuí os teores de fósforo em ordem decrescente na matéria seca da palma forrageira. Do espaçamento 1,7m x 0,10m para 1,7m x 0,25m, houve uma queda nos teores de fósforo da palma forrageira da ordem de 7,73%, segundo a equação $Y = 13,186 - 0,053^{**} X$, totalizando uma diminuição de 23,19% nos teores de fósforo entre os espaçamentos utilizados no experimento. Esses resultados são superiores aqueles encontrados por Ferreira et al., (2003), que variaram de 2,56% a 11,69%, independente do gênero.

Santos et al., (1997), afirmaram que nas regiões semi-áridas do Nordeste brasileiro a cultivar gigante apresenta, em média, teores de matéria seca da ordem de 10,48%. Esta informação assemelha-se com os dados obtidos no presente estudo.

Os valores obtidos para os percentuais de matéria seca, provavelmente, se deve ao fato da idade de colheita da palma que foi neste trabalho aos 20 meses após o plantio, aliado às condições de adubações, espaçamentos, condições de cultivo e a precipitação pluviométrica,

4.4 Produtividade média de matéria verde e matéria seca da palma forrageira em relação aos tratamentos aplicados

Os resultados obtidos para a produtividade de matéria verde (MV) e matéria seca (MS) da palma forrageira estão apresentados na tabela 10. Constata-se, nessa tabela, que não houve diferença significativa entre os tratamentos para ambas as variáveis. No entanto, constatou-se que as maiores produtividades foram obtidas quando as plantas estavam mais adensadas para ambas as doses de superfosfato simples e para os espaçamentos estabelecidos no experimento.

Tabela 10 Valores médios para produtividade de matéria verde (PMV) e para a produtividade de matéria seca (PMS) em ($t\ ha^{-1}$) da palma forrageira em função das doses de superfosfato simples e dos espaçamentos entre plantas

Doses $g.planta^{-1}$	Espaçamentos	PMV ($t\ ha^{-1}$)	PMS ($t\ ha^{-1}$)
10	1,7m x 0,10m	195,90*	24,73*
	1,7m x 0,15m	152,26	22,33
	1,7m x 0,20m	168,23	20,83
	1,7m x 0,25m	170,03	23,36
15	1,7m x 0,10m	218,06	24,76
	1,7m x 0,15m	167,83	20,00
	1,7m x 0,20m	116,13	16,46
	1,7m x 0,25m	151,13	21,23
20	1,7m x 0,10m	164,70	19,50
	1,7m x 0,15m	130,03	19,03
	1,7m x 0,20m	153,40	18,86
	1,7m x 0,25m	101,56	15,70
25	1,7m x 0,10m	171,50	22,63
	1,7m x 0,15m	144,66	20,36
	1,7m x 0,20m	149,49	20,23
	1,7m x 0,25m	119,30	18,60

PMS = Peso de matéria seca, SS = superfosfato simples.

* ns = Não significativo pelo teste de Tukey a 5%.

Conforme o dado de produtividade de matéria verde verifica-se que a maior produtividade foi obtida no espaçamento 1,70m x 0,10m, quando adubado com $15g.planta^{-1}$, de $218,06\ t\ ha^{-1}$. A produtividade obtida neste tratamento foi superior em 12,7%, 31,2% e 20,12%, respectivamente, quando comparadas as doses de 10, 20 e 25 $g.SS.planta^{-1}$, sob mesmo espaçamento.

Em trabalho realizado em Patos–PB, com a palma forrageira gigante, Nascimento (2008) verificou que as plantas que estavam submetidas ao espaçamento 1,70m x 0,10m apresentaram a maior estimativa de produtividade de matéria verde ($92,79\ t.ha^{-1}$), superando em 27,75%, 79,36% e 69,75% a produtividade da palma submetida a outros espaçamentos (1,70m x 0,15m; 1,70m x 0,20m e 1,70m x 0,25m), respectivamente.

Andrade (2009), no município de Teixeira – PB obteve produção de matéria verde da palma forrageira de $603,93\ t\ ha^{-1}$ e $208,13\ t\ ha^{-1}$, submetidas aos espaçamentos de 1,7m x 0,10m e 1,7m x 0,25m com as seguintes adubações de 120 e 80 kg/ha de farinha de osso, respectivamente, colhidos aos 510 dias após o plantio.

Infere-se que adubação é fator determinante de produção de matéria verde, principalmente nos plantios adensados de palma, o que está de acordo com diversos pesquisadores Sampaio et al., (1995).

Para os dados de produtividade de matéria seca da palma forrageira, dada em peso de matéria seca, verifica-se que as maiores produtividades foram obtidas quando as plantas estavam mais adensadas, para ambas as doses de superfosfato simples.

Os dados de produtividade de matéria seca obtidos neste trabalho, quando comparado ao de Dubeux Jr. et al. (2006), em pesquisas feitas no Agreste e Sertão pernambucanos, em experimento com diferentes espaçamentos e níveis de adubação foi constatada a influência da população de plantas na produtividade em várias localidades. A produção de matéria seca variou de 6 a 17 t ha⁻¹ na densidade de 5.000 plantas e de 17,8 para 33,7 t ha⁻¹ em 40.000 plantas ha⁻¹, quando espaçadas 2,0m x 1,0m e 1,0m x 0,25m, respectivamente. Ocorreu interação entre fertilizações nitrogenada, fosfatada e população de plantas. Foi observada uma maior produtividade no plantio adensado, para se alcançar alta produtividade é preciso grande população de plantas. Esta constatação corrobora com os dados obtidos nessa pesquisa. Sendo, entretanto similares os valores obtidos da produção de matéria seca.

De maneira geral, tem-se verificado que com espaçamentos mais adensados se obtêm maiores produções, porém esse sistema de plantio requer maiores investimentos na implantação e existem dificuldades nos tratamentos culturais do palmar.

Na estação experimental do IPA em Arcoverde (Pernambuco), o cultivo da palma forrageira clone IPA-20, utilizando os espaçamentos 2,0 m x 1,0 m e 1,0 x 0,25 m, permitiu a conclusão de que o cultivo adensado resultou em aumento em torno de 80% na produtividade da matéria seca comparada com o cultivo tradicional (SANTOS et al., 2006).

5 CONCLUSÕES

As percentagens de matéria mineral, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, cálcio, fósforo da composição química-bromatológica da palma forrageira não são afetadas pelos espaçamentos e doses de superfosfato simples.

Os valores obtidos em percentagens para a variável matéria seca da palma forrageira para o fator espaçamento (E) houve influência e para a interação espaçamento x doses de superfosfato simples (E x P), não houve influência.

A medida que aumentou as doses de superfosfato simples entre as plantas, os teores de fósforo diminuí em ordem decrescente a matéria seca da palma forrageira.

Os maiores valores médios de produtividade de matéria verde e seca da palma forrageira foram obtidas quando as plantas foram adensadas ao menor espaçamento 1,7m x 0,10m, com aplicação de superfosfato simples.

6 REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, S.S.C. Utilização de diferentes fontes de proteína e palma forrageira cv gigante na suplementação de vacas leiteiras mantidas em pasto diferido. Recife: UFRPE. 76 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2000.
- ALBUQUERQUE, S. G. de; SANTOS, D. C. Palma forrageira. In: KIILL, L. H. P.; MENEZES, E. A. **Espécies vegetais exóticas com potencialidades para o semi-árido brasileiro**: Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, cap.3, p. 91-127, 2005.
- ALVES, R.N.; FARIAS, I.; MENEZES, R.S.C.; LIRA, M. de A.; SANTOS, D.C. dos. Produção de forragem pela palma após 19 anos sob diferentes intensidades de corte e espaçamentos. **Caatinga**, v. 20, n. 4, p. 38-44, 2007.
- ANDRADE, J. C. de. **As palmas forrageiras em alagoas**. Maceió, Ed. Grupo Tércio Wanderley, p.181, 1990.
- ANDRADE, D. K. B. **Associação da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.)**. Digestibilidade dos nutrientes 2001. 56 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2001.
- ANDRADE, R. L. **Evolução do crescimento da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em função do adensamento e adubação com farinha de osso no solo**. Patos – PB, CSTR/UFCG, 2009. 41 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Campina Grande, 2009.
- ARAÚJO FILHO, J.T. de. **Efeitos da adubação fosfatada e potássica no crescimento da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.) - Clone IPA-20**. Recife: UFRPE, 2000, 78f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2000.
- 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 Nordeste de Produção Animal, IX Simpósio Nordeste 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. 03, 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.

BATISTA, A.M.V.; SANTOS, G.R.A., MUSTAFA. A.F.; CARVALHO, F.F.R., DUBEUX, J.C.B.; LIRA, M.A.; BARBOSA, S.B.P. Chemical composition and ruminal dry matter crude protein degradability of spineless cactus. *Anim. Feed Sci and Tech.* 2001.

BATISTA, A. M. V. Effects of variety on chemical composition, in situ nutrient disappearance and in Vitro gas production of spineless cactus. **Journal Science and Food Agriculture.** v.83, n.3, p.440-445, 2003.

BECERRIL, G.A.; VALDIVIA, C.B.P. Alteraciones fisiológicas provocadas por sequia en nopal (*Opuntia ficus-indica*). **Revista Fitotecnia Mexicana**, v. 29, n. 03, p. 231-237, 2006.

BEN SALEM, H., NEFZAOUI., ABDOULI.; ORSKOV, E. R., 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.

BISPO, S.V. **Substituição do feno de capim elefante por palma forrageira em dietas para ovinos.** Recife: UFRPE, 2007. 76f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2007.

BRAVO, H. **Las Cactáceas de México.** 2. Ed. México: Universidade Nacional Autônoma do México, v.1, p.20. 1978.

CAVALCANTI FILHO, L.F.M.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JÚNIOR, J.C. Efeito da adição de P e K no crescimento da palma clone IPA-20 (*Opuntia ficus-indica* Mill.). In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 4, 2000, RECIFE. *Anais...* Recife: FACEPE, p.293, 2000.

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*).** Recife: UFRPE, 2007. 76f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2007.

CHAGAS, A.J. de. **Palma, o “ouro verde” da caatinga.** Maceió: p.3, 1976.

DOMINGUES, O. **Origem e introdução da palma forrageira no Nordeste.** Recife: Instituto Joaquim Nabuco de Pesquisas Sociais, p. 54, 1963.

DOMINGUES, O. **Origem e introdução da palma forrageira no Nordeste.** Recife: Instituto Joaquim Nabuco de Pesquisas Sociais, p. 54, 1963.

DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; SANTOS, M.V.F.; SANTOS, D.C.; FARIAS, I.; MESQUITA FILHO, I.F.; MATOS, C.W.; CABRAL, M.T. **Índice de área de cladódio de palma forrageira cv. IPA-20 submetida a diferentes espaçamentos e adubações.** In: Proceedings of the Northeastern Ruminant feeding Symposium. Teresina-PI, p.101-103, 2000.

DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; SANTOS, D.C. dos; SANTOS, M.V.F. dos; FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; MELO, J.N. de; OLIVEIRA JÚNIOR, I.S. de. **Desempenho da palma forrageira**

CV. IPA-20 (*Opuntia ficus-indica*, Mill.) submetida a diferentes espaçamentos e adubações, no agreste e sertão de Pernambuco. In: 34ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002, Recife-PE. Anais... CD-ROM, Recife-PE, 2002.

DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; SANTOS, M.V.F. dos. Exigências nutricionais da palma forrageira. In: MENEZES, R.S.C.; **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso.** Recife: Editora Universitária da UFPE, p.105-127, 2005.

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 Environments**, v. 67, n. 3, p. 357-372, 2006.

DUQUE, S. G. **O Nordeste e as culturas xerófilas.** Mossoró: 3. Ed. Escola Superior de Agricultura de Mossoró/Fundação Guimarães Duque. ESAM (Coleção Mossoroense, 143). p.316, 1980.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, p.412, 2006.

FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; SANTOS, D.C. dos; FERNANDES, A. de P.M.; TAVARES FILHO, J.J.; SANTOS, M.V.F. de. Efeito da frequência e intensidade de cortes em diferentes espaçamentos na cultura da palma forrageira em consórcio com sorgo granífero. 1996. Disponível em [http://www. Ipa. br/publicações](http://www.Ipa.br/publicações). Consultado em 23 de novembro de 2007.

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. 02, 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.; **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso.** Recife: Editora Universitária da UFPE, p.81-103. 2005.

FELKER, P. Produção e utilização de forragem. In: **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira.** Traduzido por SEBRAE/PB. João Pessoa: SEBRAE/PB, p.147-157, 2001.

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 21 de dezembro de 2007.

FERREIRA, D. F. Programa Sisvar versão 5.1 – Programa de Análises Estatísticas. Universidade Federal de Lavras – MG, 2003.

FERREIRA, C. A.; FERREIRA, R. L. C.; SANTOS, D. C.; Utilização de técnicas multivariadas da divergência genética entre clones de palma forrageira (*Opuntia ficcus indica* Mill) **Revista Zootécnica**, Viçosa, v. 32, n. 6, 2003.

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.

FLORES, C.A.V. **Produccion industrializacion y comercializacion del nopal como verdura en México**. CIESTAAM-UACH. Chapingo, México, p.18, 1994.

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.

GALDINO, I.C.L.; SAMPAIO, E.V.S.B.; MENEZES, R.S.C. Uso da palma na conservação dos solos. In: MENEZES, R.S.C.; **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Editora Universitária da UFPE, p.163-176, 2005.

GERMANO, R. H., BARBOSA, H. P., COSTA, R. G., MEDEIROS, A. N. 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, PB. **Anais...** João Pessoa: SBZ, p.3, 1991.

GONZALES, C. I. Potential of fertilization to improve nutritive value of prickly pear cactus (*Opuntia lindheimeri* Engelm). *Journal of Arid Environments*, v. 16, p.87-94, 1989.

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.

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.

HAN, H.; FELKER, P. Field validation of water- use efficiency of the CAM plant *Opuntia ellisiana* in south Texas. **Journal of Arid Environments**, 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, p.12-19, 2001.

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, p.79-93, 2001.

IPA: Instituto de Pesquisa Agropecuária. CAVALCANTI, J.A. **Recomendações de adubações para o estado de Pernambuco**, 1998.

IPA – Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária. **Palma adensada: amoir produção de forragem por hectare**. Recife: IPA, p.6, 1997.

KIESLING, R. Cactáceas de la Argentina promisorias agronomicamente. 2001. Disponível em [http://www. Jpacd.org](http://www.Jpacd.org). Consultado em 26 de novembro de 2007.

KRULIK, G. Tissue culture of succulent plants. **Natural Cactus Succulent Journal**, v.35, p.14-17, 1980.

KÖPPEN, W. **Climatologia**. Ed. Fundo de Cultura Econômica, México-Buenos Aires, México-Argentina, p.478, 1948.

LALLO, F.H.; PRADO, I.N.; ZEOULA, L.M.; CALDAS NETO, S.F.; MOREIRA, F.B.; NASCIMENTO, W. G. Substituição da Silagem de Milho pela Silagem de Resíduo Industrial de Abacaxi Sobre a Digestibilidade Aparente de Rações em Bovinos Confinados. In: REUNIÃO ANUAL DA REVISTA BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. CD-ROM.

LIMA, M. C. A.; CORREIA, E. R.; FERNADES, A. P. M.; FARIAS, I.; DIAS, F. M.; WANDERLEY, M. B. Efeito de NPK sobre a produção da palma “Gigante” no município de Caruaru, PE. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 11, 1974, Fortaleza. **Anais...**Fortaleza.: SBZ, p.285-6, 1974.

LIMA, I. M. M. & GAMA, N. S. Registro de Plantas Hospedeiras (Cactáceae) e de Nova Forma de Disseminação de *Diaspis echinocacti* (Bouché) (Hemíptera: Diaspididae), Cochonilha da Palma Forrageira, nos Estados de Pernambuco e Alagoas. **Neotropical Entomology** v.30, n.3, p.479-481, 2001.

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.

LLAMOCA-ZÁRATE, R. M.; AGUJAR, L. F.; LANDSMANN, J.; CAMPOS, F. A. P. Whole plant regeneration from the shoot apical meristem of *Opuntia ficus-indica* Mill. (Cactaceae). **Journal of Applied Botany**, v.73, p.83-85, 1999.

MACDOWELL, R. L. Feeding minerals to cattle on pasture. **Animal Feed Science and Technology**, v.60, n.1, p.247-271. 1996.

MAGALHÃES, M.C.S. **Cama de frango em dietas à base de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) para vacas mestiças em lactação.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 73 f, 2002.

MAGALHÃES, M. C. dos S. de.; VERAS, A. S. C., FERREIRA, M. A.; CARVALHO, F. F. R.; CECON, P. R.; MELO, J.; MELO, W. S.; PEREIRA, J.T. Cama de frango em dietas à base de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) para vacas mestiças em lactação. 1. Consumo e produção Revista Brasileira de Zootecnia v.33, n.6, p.1897-1908, 2004.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação.** São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 5ª edição, p.292, 1989.

MATTOS, L. M. E. Associação da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) com diferentes fontes de fibra, na alimentação de vacas mestiças em lactação. Recife: UFRPE, 2000. 51 F. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2000.

MATTOS, L. M. E.; FERREIRA, M. A.; SANTOS, D. C. Associação da palma forrageira (*Opuntia ficus indica*, Mill) com diferentes fontes de fibra na alimentação de vacas 5/8 holandês/zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p.2128-2134, 2000.

MEDEIROS, M. J. Contribuição ao estudo da constituição química e do valor nutritivo das cactáceas forrageiras. Recife, IPA. p.16, 1958. (IPA. Publicação, 5).

MEDEIROS, G.R.; FARIAS, J.J; RAMOS, J.L.F.; SILVA, D.S. Efeito do espaçamento e da forma de plantio sobre a produção da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) no semi-árido. **In: Proceedings of the XXXIV Annual Meeting of the Brazilian of Animal Science, SBZ, Juiz de Fora-MG, p. 231-233, 1997.**

MELO, A. A. S. **Substituição parcial do farelo de soja por uréia e palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill. cv. Gigante) em dietas para vacas em lactação.** 2002. 52 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2002.

MELO, A. A. S. **Caroço de algodão como fonte de fibra e proteína em dietas à base de palma forrageira para vacas em lactação: digestibilidade.** Acta Scient.Amin. Sci, v.27, n.3, p.1-8, 2005.

MENEZES, R.S.C.; SAMPAIO, E.V.S.B.; SALCEDO, I.H.; SOUZA, F.J. de. Produtividade de palma em propriedades rurais. 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, p. 129-150. 2005.

MENEZES, D. R.; ARAÚJO, G. G. L.; SOCORRO, E. P. DO; OLIVEIRA, R. L.; BAGALDO, A. R.; SILVA, T. M. Efeito da inclusão de níveis crescentes de uréia sobre o consumo e digestibilidade em dietas contendo resíduo desidratado de uva e palma forrageira para ovinos. **Ciência Rural**, Santa Maria, 2007.

MINISTÉRIO DA INTERGRAÇÃO REGIONAL – MI. Secretaria de Políticas Públicas de Desenvolvimento Regional. **Nova delimitação do semi-árido brasileiro**. Brasília, 2005. 35p.

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.

MONDRAGON-JACOBO, C.; PIMIENTA-BARRIOS, E. Propagation of the cactus-pear. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; PIMIENTA-BARRIOS, E.; ARIASJIMÉNEZ, E. (Eds). **Agro-Ecology, cultivation and uses of cactus pear**. Roma: FAO, p. 64-70, 1995.

MURILLO-AMADOR, B.; GARCIA-HERNÁNDEZ, J.L.; ÁVILA-SERRANO, N.Y.; ORONA-CASTILLO, I.; TROYO-DIÉGUEZ, E.; NIETO-GARIBAY, A.; RUIZ-ESPINOZA, F.H.; ZAMORA-SALGADO, S. A multivariate approach to determine the effect of doses and sources of N, P and K in *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. 2005. Disponível em <http://www.Jpacd.org>. Consultado em 12 de março de 2008.

NASCIMENTO, J. P. do. **Caracterização morfométrica e estimativa da produção de *Opuntia ficus-indica* Mill. sob diferentes arranjos populacionais e doses de fósforo no semi-árido da Paraíba**. Brasil – Patos: CSTR/UFCG, 2008. 47 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Campina Grande, 2008.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NCR. Nutrients requirements of dairy cattle. 7 ed. Washington, EUA: p.408, 2001.

NEFZAOU, A.; BEM SALEM, H. Opuntia: a strategic fodder and efficient tool to combat desertification in the Wana region. www.fao.org/2001.

NOBEL, P. S. Environmental biology. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; PIMIENTA-BARRIOS, e. (Eds.) **Agroecology, cultivation and uses of cactus pear**. Rome: FAO, p.36-48, 1995.

NOBEL, P.S. Biologia ambiental..In: **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Traduzido por SEBRAE/PB. João Pessoa: SEBRAE/PB, p.36-48, 2001.

OLIVEIRA, E.R. Alternativas de alimentação para a pecuária do semi-árido nordestino. **In:** Simpósio Nordeste de Alimentação de Ruminantes, Natal-RN, Emparn, p.127-147. 1996.

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.** 89 f, 2006. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba, Areia – PB.

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 15 de março de 2008.

PESSOA, A. S. **Cultura da palma forrageira.** Recife, 1967. SUDENE. Divisão de documentação, p.98, 1967. (SUDENE. Agricultura, 5).

PIMIENTA-BARRIOS, E. (Eds.). **Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear.** Pome: FAO, p.78-79, 1995.

PIMENTEL, P.G.; BORGES, A.L.C.C.; SILVA, R.R.; RABELO, L.S. et al. Consumo e Digestibilidade Aparente dos Carboidratos Totais e dos Carboidratos Solúveis em Detergente Neutro de Dietas Contendo Resíduo Industrial de Tomate em Novilhos Zebuínos. **In:** REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006. CD-ROM.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PATOS-PB. Perfil municipal. Sd. Disponível em <http://www.patos.pb.gov.br>. Consultado em setembro de 2008.

PUPO, N. I. H. Manual de Pastagens e forrageiras: formação, conservação, utilização. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, p.14, 1979.

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. **Agrociência**, 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.

REINOLDS, S. G; ARIAS, E. General background on *Opuntia*. Disponível em: <http://www.fao.org/DOCREP/005/2808Ely2808e04.htm>. Acesso em 18 de março de 2008.

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. 04, 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.

RODRIGUES, S.B.; PEREZ, F.B.; MONTENEGRO, D.D. **Eficiência fotossintética del Nopal (*Opuntia* spp.) em relacion com la orintación de SUS cladódios**. Chapingo: colégio de Postgraduados, 1975. Tesis de maestria.

RODRIGUEZ, J.F. A comparison of the nutritional value of *Opuntia* and Agave plants for ruminants. 1997. Disponível em <http://www.jpacd.org>. Consultado em 16 de março de 2008.

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 harina de nopal deshidratado conteniendo um preparado de enzimas fibrolíticas exógenas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 07, p.1173-1177, 2006.

RUIZ-ESPINOZA, F.H.; ALVARADO-MENDOZA, J.F.; MURILLO-AMADOR, B.; GARCIA-HERNÁNDEZ, L.; PARGAS-LARA, R.; DUARTE-OSUNA, J. de D.; BELTRANI-MORALES, F.A.; FENECH-LARIOS, L. Rendimiento y crecimiento de nopalitos de cultivares de nopal (*Opuntia ficus-indica*) bajo diferentes densidades de plantación. 2008. Disponível em <http://www.jpacd.org>. Consultado em 25 de outubro de 2008.

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 Nordeste de Produção Animal**. Petrolina - PE, p.434-438. 2006.

SAMPAIO E. V. S. B.; SALCEDO I. H.; SILVA F.B.R. Fertilidade de solos do semi-árido do Nordeste. REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DOS SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS 21, Petrolina, 1994. **Anais...** Fertilizantes: insumo básico para a agricultura e combate à fome. Petrolina; EMBRAPA CPTSA/SBCS, p. 51-71. 1995.

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, p.43-55, 2005.

SANTOS, M.V.F. **Composição química, armazenamento e avaliação da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill e *Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) na produção de leite em Pernambuco**. Recife: UFRPE, 1989. 124 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1989.

SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; FARIAS, I.; BURITY, H.A.; NASCIMENTO, M.M.A.; TAVARES, FILHO, J.J. 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, M.V.F.; LIRA, M.A.; FARIAS, I.; BIRITY, H.A.; TAVARES FILHO, J.J. Efeito do período de armazenamento pós-colheita sobre o teor de matéria seca e composição química das plantas forrageiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, n.6, p.777-783. 1992.

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; FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; FERNANDES, A. P. M.; FREITAS, E. V.; MOREIRO, J. A. Produção e composição química da palma forrageira c.v. “Gigante” (*Opuntia ficus-indica* Mill) sob adubação e calagem no Agreste de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 9, n. especial, p.69-78, 1996.

SANTOS, D.C.; FARIAS, I.; LIRA, M.A. **A palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill e *Nopalea cochinitifera* Salm Dyck) em Pernambuco: cultivo e utilização**. Recife: IPA, 23p. (IPA, Documentos, 25), 1997.

SANTOS, D.C.; FARIAS, I.; LIRA, M.de A.; TAVARES FILHO, J. J.; SANTOS, M.V.F.dos; ARRUDA G .P. de. **A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill. e *Nopalea cochonillifera*, Salm Dyck) em Pernambuco: cultivo e utilização**. Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária. Recife-PE. IPA, p.23, (IPA. Documentos, 25), 1997.

SANTOS, M. V. F. dos; FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; NASCIMENTO, M. M. A. DO.; SANTOS, D. C. dos; TAVARES FILHO, J. J. Colheita da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) cv. Gigante sobre o desempenho de vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.1, p.33-39, 1998.

SANTOS, D. C. dos, LIRA, M. de A. Palma forrageira. CAVALCANTE, F. J. DE A. (Corrd.) **Recomendação de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação, 2ª edição revisada**, Recife: IPA, p.167, 1998.

SANTOS, G. R. A.; BATISTA, A. M. V.; CARVALHO, F. F. R.; DUBEUX JÚNIOR, J. C.; MARQUES, C. A. T.; LIRA, M. A. Composição química e degradabilidade da matéria seca de dez clones de palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*) In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000. Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: SBZ, p.368, 2000.

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.; **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Editora Universitária da UFPE, p.143-162, 2005.

SANTOS, D.C. dos; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; DIAS, F.M.; PEREIRA, V.L.A. Níveis de nitrogênio e fósforo em palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*) clone IPA-20 sob dois espaçamentos. In: IV Congresso Nordestino de Produção Animal. Petrolina-PE, p.381-383. 2006.

SCHEINVAR, L. Taxonomia das Opuntias utilizadas. In: **Agroecologia cultivo e usos da palma forrageira**. Traduzido por SEBRAE/PB. João Pessoa:SEBRAE/PB, p. 20-27. 2001.

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 18 de maio de 2007.

SILVA, M. da C.; YDOYAGA, D.F.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; SANTOS, M.F.V.; MELO, J.N. de; SANTOS, D.C. dos; FERREIRA, R.L.C. Influência da adubação e do espaçamento sobre a composição química da palma forrageira cv. Clone IPA-20. In: 38ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, Piracicaba-SP. **Anais...**CD-ROM, Piracicaba-SP, 2001.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa: UFV, p.235, 2002.

SILVA, C.C.F. da; SANTOS, L.C. Palma forrageira (*Opuntia fícus-indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. *Revista Eletrônica de Veterinária*, v. 7, n. 10, p. 1-13, 2006. Disponível em <http://www.vwtwrinária.org/revistas/redvet>. Consultado em 18 de agosto de 2008.

SOUTO, P. C., **Acumulação e Decomposição da Serrapilha e Distribuição de Organismos Edáficos em Área de Caatinga na Paraíba**. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba, Areia – PB,161 f, 2006.

SUDZUKI-HILLS, F. Anatomia e fisiologia. In: **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Traduzido por SEBRAE/PB. João Pessoa: SEBRAE/PB, p.28-34, 2001.

TELES, M.M.; SANTOS, M.V.F. dos; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; LIRA, M. de A. FERREIRA, R.L.C.; BEZERRA NETO, E.; FARIAS, I. Efeito da adubação e do uso de nematicida na composição química da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p.1992-1998, 2004.

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. 01, p. 179-186, 1999.

TOSTO M. S. L.; ARAÚJO, G. G. L.; OLIVEIRA, R. L.; BAGALDO, A. R.; DANTAS, F. R.; MENEZES, D. R.; CHAGAS, E. C. O. Composição química e estimativa de energia da palma forrageira e do resíduo desidratado de vitivinícolas. v.8, n.3, p.239 – 249, 2007. Disponível em <http://www.rbspa.ufba.br>. Consultado em 23 de julho de 2009.

VALADARES, S.C. et al., **Tabelas brasileira de composição de alimentos para bovino**. Viçosa: UFV, 297p, 2002.

VÁZQUEZ-YANES, C. Cactus seed germination: a review. **Journal of Arid Enviroments**, v. 44, n. 1, p. 85-104, 2000.

VIANA, O. J. Pastagens de cactáceas nas condições do Nordeste. **Zootecnia**, Nova Odessa, v.7, n.2, p.55-65, 1969.

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, (Tese de Doutorado), 65 f, 2006.

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.

WANDERLEY, W. L.; FERREIRA, M. A.; ANDRADE, D. K. B.; Palma Forrageira(*Opuntia ficu-indica* Mill) em Substituição à Silagem de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na Alimentação de Vacas Leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n. 1, p. 273-281, 2002.

WANDERLEY, W. L. Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em Substituição à Silagem de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na ração de vacas holandesas em lactação. Recife: UFRPE, 2001. 41 f. Dissertação de Mestrado.