



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**

MARIA JANIELE FERREIRA COUTINHO

**ACÚMULO DE FITOMASSA E COMPOSIÇÃO QUÍMICO-
BROMATOLÓGICA DA PALMA FORRAGEIRA SOB ADUBAÇÃO MINERAL
EM SEQUEIRO**

**FORTALEZA-CE
2014**

MARIA JANIELE FERREIRA COUTINHO

**ACÚMULO DE FITOMASSA E COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DA PALMA FORRAGEIRA SOB ADUBAÇÃO MINERAL
EM SEQUEIRO**

Dissertação submetida à coordenação do curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção de grau de mestre em Zootecnia. Área de concentração: Forragicultura e Nutrição animal.

Orientadora: Prof^a. D.Sc. Maria Socorro de Souza Carneiro

**FORTALEZA-CE
2014**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologias

-
- C896a Coutinho, Maria Janiele Ferreira.
Acúmulo de fitomassa e composição químico-bromatológica da palma forrageira sob adubação mineral em condições de sequeiro / Maria Janiele Ferreira Coutinho. – 2014.
38f. : il., enc. ; 30 cm.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Mestrado em Zootecnia, Fortaleza, 2014.
Área de Concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.
Orientação: Profa. Dra. Maria Socorro de Sousa Carneiro
1. Adubos e Fertilizantes. 2. Cacto. 3. Plantas Forrageiras. I. Título.
-
- CDD 636.08

ACÚMULO DE FITOMASSA E COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA DA PALMA FORRAGEIRA SOB ADUBAÇÃO MINERAL EM SEQUEIRO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Forragicultura e Nutrição Animal.

Aprovada em: 21/02/2014

BANCA EXAMINADORA:

Maria Socorro de Souza Carneiro,

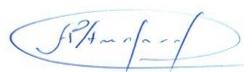
Profª. Dra. Maria Socorro de Souza Carneiro (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof. Dr. Gabrimar Araújo Martins
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof. Dr. Divan Soares da Silva
Universidade Federal de Campina Grande (UEPB)



Prof. Dr. Alberício Pereira de Andrade
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Dedico este Mestrado a minha mãe Joana e as minhas irmãs Josy, Josiele e Gabi pelo incentivo e apoio em todas as minhas decisões e por sempre me darem forças nos momentos mais difíceis. Sempre serei muito grata pelo amor, dedicação e companheirismo.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, pela saúde, pela família, pela força para vencer os desafios e por sempre colocar no meu caminho pessoas que me fizeram crescer e aprender.

A Universidade Federal do Ceará (UFC) e a coordenação do Programa de Pós-graduação em Zootecnia.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

A professora Dra. Maria Socorro de Souza Carneiro, pela oportunidade de orientação, confiança e pelo exemplo de conduta profissional.

Aos amigos que muito me auxiliaram na fase experimental: Daiane, Eranildo (Brasil), Eloisa e Gabriel. Muito obrigado pelo apoio, pelos momentos de muito trabalho e alegria, sem vocês esta etapa seria ainda muito mais difícil de ser cumprida.

Aos funcionários do laboratório de nutrição animal, especialmente a Roseane pela amizade imprescindível para que os dias fossem mais felizes.

Ao professor Dr. Gabrimar Araújo Martins, pela ajuda com a parte estatística deste trabalho.

Aos colegas Ricardo Loiola e Rafael Furtado pela confiança e ensinamentos.

Aos colegas de pós-graduação pelos bons momentos compartilhados.

À querida amiga Juliana, que esteve ao meu lado nos momentos mais difíceis não só na conclusão deste trabalho, mas desde o inicio dele, me dando apoio e ânimo para seguir. Não tenho palavras parar agradecer seu apoio e amizade!!!

Aos amigos Marília, Aderson e Júnior parceiros de momentos de alegria, dificuldade e pelas horas de conversas. Obrigado pela amizade formada e pela confiança conquistada.

A minha família... mamis e maninhas... sem as quais eu jamais chegaria até aqui, pois amor, carinho e compreensão me deram ânimo e a certeza que estou no caminho certo.

Obrigada por acreditarem que eu seria capaz!!!

Enfim, a todos aqueles que participaram direta ou indiretamente para que esse trabalho pudesse ser concluído. Muito Obrigada!!!

“Mas a transformação só acontece pelo poder do fogo. O milho de pipoca que não passa pelo fogo, continua a ser milho de pipoca. Assim acontece com a gente. As grandes transformações acontecem quando passamos pelo fogo. Quem não passa pelo fogo fica do mesmo jeito, a vida inteira.”

Trecho do livro *O amor que acende a lua* de Rubem Alves

Coutinho, Maria Janiele Ferreira. **Acúmulo de fitomassa e composição químico-bromatológica da palma forrageira sob adubação mineral em condições de sequeiro.** 2014. 38p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 2014.

RESUMO

Objetivou-se avaliar a influência da adubação NPK sobre o crescimento vegetativo, produção e composição químico-bromatológica da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.). O experimento foi constituído de dezesseis combinações de doses de NPK, conforme matriz experimental Plan Puebla II, distribuída em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Foram realizadas observações dos parâmetros de crescimento da palma, sendo verificados os aspectos morfométricos: número de cladódios por planta (NC), comprimento (CC), largura (LC), espessura (EC) dos cladódios e índice de área do cladódio (IAC). Foram estudadas ainda a produtividade e a composição químico-bromatológica da palma forrageira. A produtividade da palma foi influenciada significativamente em face da aplicação dos diferentes níveis de NPK. Com exceção da largura as variáveis morfométricas (comprimento, espessura, número de cladódios por planta e índice de área de cladódio) não foram influenciadas significativamente. A análise de variância para os teores de proteína bruta, ao contrário dos valores de matéria seca evidenciou diferença estatística. Os resultados dos teores de FDA da palma forrageira para os diferentes tratamentos aumentaram ao mesmo tempo em que se elevaram os níveis de NPK. As quantidades de nutrientes utilizados nas adubações promovem pequenas alterações na produção. A adição de NPK promove aumento no teor de proteína, o que resulta em melhoria na qualidade nutricional da palma forrageira.

Palavras-chaves: *Opuntia*. Cactácea. Fertilização.

Coutinho, Janiele Maria Ferreira. **Biomass formation and chemical composition of cactus pear under mineral fertilization under rainfed conditions.** 2014. 38p. Dissertation (Master of Animal Science) - Federal University of Ceará. Fortaleza. 2014.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the influence of NPK fertilization on vegetative growth, yield and chemical composition of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* Mill.). The experiment consisted of sixteen combinations of doses of NPK as Plan Puebla II experimental matrix, distributed in a completely randomized design with four replications. Were performed Observations of the growth of the palm morphometric aspects being checked: number of cladodes per plant (NC) , length (BL) , width (CW) , thickness (CE) and cladodes of the area index of the cladodes (IAC) . Further productivity and chemical composition of cactus pear were studied . The productivity of the palm was influenced significantly based on application of different levels of NPK. Except the width morphometric variables (length, thickness, number of cladodes per plant and leaf area index of cladodes) were not affected significantly . The analysis of variance for crude protein , unlike the dry matter values statistically different. The results of the FDA rate of cactus pear for the different treatments increased while that increased levels of NPK . The amounts of nutrients used in fertilizers promote small changes in production. The addition of NPK promotes increased protein content, which results in improved nutritional quality of the forage palm.

Keyword: *Opuntia*. Cactus. Fertilization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Temperaturas registradas durante o período experimental em Fortaleza, Ceará	155
Figura 2 - Precipitações pluviométricas registradas no período de avaliação experimental em Fortaleza, Ceará	166
Figura 3- Valores médios de número de cladódios por planta (NC) da palma forrageira aos 90, 180, 270 e 360 dias após o corte (DAC) em palma forrageira submetida a diferentes níveis de NPK	23
Figura 4 - Valores médios de comprimento de cladódios (CC) da palma forrageira aos 90, 180, 270 e 360 dias após o corte (DAC) em palma forrageira submetida a diferentes níveis de NPK	24
Figura 5 - Valores médios de largura de cladódios (LC) da palma forrageira aos 90, 180, 270 e 360 dias após o corte (DAC) em palma forrageira submetida a diferentes níveis de NPK	25
Figura 6 - Valores médios de espessura de cladódios (EC) da palma forrageira aos 90, 180, 270 e 360 dias após o corte (DAC) em palma forrageira submetida a diferentes níveis de NPK.....	26
Figura 7 - Valores médios de índice de área de cladódio (IAC) da palma forrageira aos 90, 180, 270 e 360 dias após o corte (DAC) em palma forrageira submetida a diferentes níveis de NPK.....	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Níveis e doses de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) segundo a matriz experimental Plan Puebla II e respectivas doses de NPK	16
Tabela 2 - Produção de massa verde (PMV) em t.ha ⁻¹ palma forrageira submetida a diferentes níveis de NPK em Fortaleza, Ceará	200
Tabela 3 - Produção de massa seca (PMS) em ton.ha ⁻¹ , avaliada aos 620 dias após o plantio, em cultura de palma forrageira submetida a diferentes níveis de NPK em Fortaleza, Ceará	21
Tabela 4 - Teores médios (%) de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), material mineral (MM), matéria orgânica (MO) e fibra em detergente ácido (FDA) de cladódios de palma forrageira cultivada sob 16 níveis diferentes de NPK, 360 dias após o corte de uniformização em Fortaleza, Ceará	29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 MATERIAIS E METÓDOS	15
2.1 PRODUTIVIDADE E CRESCIMENTO DA PALMA FORRAGEIRA	17
2.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA BROMATOLÓGICA DA PALMA FORRAGEIRA. .	18
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
3.1 PRODUTIVIDADE E CRESCIMENTO DA PALMA FORRAGEIRA	20
3.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA BROMATOLÓGICA DA PALMA FORRAGEIRA. .	28
4 CONCLUSÃO.....	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

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

De acordo com Simões et al. (2005), a palma forrageira foi introduzida no Brasil, provavelmente, no século XVIII, procedente das Ilhas Canárias, destinada à criação da cochonilha (*Dactylopius cacti* L.) para produção de corantes. Dotada de mecanismos fisiológicos que a torna uma das plantas mais adaptadas às condições ecológicas das zonas áridas e semiáridas mundiais, a palma forrageira se adaptou com relativa facilidade ao semiárido do Nordeste brasileiro (ANDRADE, 2009).

Segundo os relatos de Duque (2004), os produtores do semiárido vêm utilizando a palma desde a década de 1930, como forragem nos diversos sistemas de produção animal, evidenciando à completa adaptação desta cactácea as condições edafoclimáticas da região.

A palma forrageira vem ganhando maior importância nos sistemas de produção pecuários das regiões secas devido às mudanças climáticas globais. Segundo Ben Salem e Nefzaoui (2002), esta crescente expansão dos palmais no mundo se deve a fatores como a elevada produção de forragem de qualidade a baixo custo e a capacidade adaptativa, quando comparado com outras forrageiras cultivadas em ambientes semiáridos, além da variedade de produtos produzidos.

Segundo Albuquerque e Santos (2005), existem mais de 500 mil ha de palma plantados no semiárido brasileiro. Ressalta-se que o cultivo de palma para produção de forragem é o sistema de sequeiro capaz de atingir as maiores produtividades de biomassa da região semiárida brasileira, além de ser mais estável ao longo do tempo, pois é menos afetado pela variabilidade das chuvas (MENEZES et al., 2005).

Todavia, a palma forrageira apresenta baixo conteúdo de matéria seca, quando comparada à maioria das forrageiras. Este aspecto compromete o atendimento das necessidades nutricionais dos animais que recebem exclusivamente palma e, provavelmente, a elevada umidade limita o consumo pelo controle físico, por meio do enchimento do rúmen. Portanto, vale salientar que a elevada umidade observada na palma forrageira, independente da cultivar, é uma característica importante, tratando-se de região semiárida, pois atende grande parte da necessidade de água dos animais, principalmente no período seco do ano (SANTOS et al., 2001). Cavalcante (2007) relatou que a oferta de forragem nessas regiões, no período das chuvas 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 grande prejuízo a este segmento da economia.

Diante disto, qualquer espécie vegetal que possa ser utilizada como forragem e que apresente elevada capacidade de produzir biomassa, nas condições de baixa disponibilidade hídrica e de fertilidade dos solos do semiárido, pode ser de grande valia para a pecuária da região (ALVES et al., 2007).

Segundo Rojas-Aréchiga e Vázquez-Yanes (2000), as regiões áridas e semiáridas do mundo carecem de uma seleção adequada de plantas, para tornarem seus sistemas agrícolas sustentáveis. Das diversas famílias de plantas que existem nestas áreas, as cactáceas são uma das mais importantes, em virtude dos seus mecanismos de adaptação à escassez de água, o que permite a sua perenidade em ambientes algumas vezes de extrema condição de aridez.

Detentora do metabolismo ácido das crassuláceas (MAC), a palma forrageira apresenta alta eficiência no uso da água, em virtude da absorção do CO₂ no período noturno e a transformação deste em biomassa pela luz do sol durante o dia, tornando-se uma cultura recomendada para ser explorada nas regiões áridas e semiáridas, onde a água é o principal fator limitante ao desenvolvimento da agropecuária (SINGH e SINGH, 2003).

Tendo em vista que o teor de matéria orgânica no solo constitui um dos mais importantes indicadores da qualidade do solo e exerce forte influência nos processos produtivos e na diversidade biológica é que ressalta-se a importância da adubação orgânica principalmente em solos que apresentam baixo teor de matéria orgânica como é o caso dos solos da região semiárida brasileira.

Dubeux Jr. e Santos, (2005) destacaram que aplicações sucessivas de esterco por um longo prazo podem elevar os estoques de nutrientes do solo, principalmente as frações orgânicas de N e P, além do K trocável e outros nutrientes. Estes autores afirmaram ainda que no caso de culturas permanentes é possível que a lenta disponibilização do N aplicado como esterco no solo seja suficiente para suprir as necessidades da planta ao longo de seu desenvolvimento. Um exemplo disso são os resultados obtidos em estudos realizados com palma forrageira, onde a utilização de esterco animal incrementou a produtividade desta cultura, sendo estes resultados superiores aos obtidos com o uso isolado de fertilizantes químicos.

Para a cultura da palma forrarreira, o IPA, (2006), recomenda que a adubação possa ser orgânica ou mineral. Em caso de se optar pela adubação orgânica, pode ser utilizado esterco bovino ou caprino, na quantidade de 10 a 30 t/ha na época do plantio, e a cada dois anos, no período próximo ao início da estação chuvosa. Trabalhos conduzidos em São Bento do Una, PE, resultaram em aumentos da ordem de 81% na produção com 10 t ha⁻¹ de esterco de curral e de 29% com a fórmula de 50, 50 e 50 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, quando comparada com a palma não adubada.

Ao avaliar cultura de palma após 19 anos de cultivo, Menezes et al. (2007) afirmaram que as aplicações de esterco, em intervalos de dois anos e na dose de 20 t ha⁻¹, causaram acréscimo nos teores de N total do solo e também de P e Na, em relação ao solo sob caatinga em área adjacente ao campo de palma. Entretanto, o K extraível do solo foi menor na área cultivada com palma, apesar das aplicações de esterco, indicando que há necessidade de adicionar K através de outra fonte, como forma de manter os níveis desse nutriente no solo em longo prazo.

Teles et al. (2004), testando níveis de adubação equivalentes a: N - 200 kg ha⁻¹; P₂O₅ - 100 kg ha⁻¹; K₂O - 200 kg ha⁻¹; Ca - 250 kg ha⁻¹; Mg - 80 kg ha⁻¹ e S - 20 kg ha⁻¹, não observaram diferenças significativas entre os tratamentos para teores, de K, de Ca e de Mg na matéria seca. Para teores de N, P e de S, a análise de variância revelou diferença. A média geral para teores de MS, N, P, K, Ca, Mg e S foi de 7,29; 1,19; 0,17; 3,31; 1,84; 0,59 e 0,17%, respectivamente. A adição de micronutrientes e de nematicida não influenciou os resultados obtidos para teores de N, P, K, Ca, Mg e S. Os teores de N, P e K foram superiores nos cladódios mais jovens da planta. Os nutrientes nitrogênio, fósforo e enxofre foram os únicos que foram influenciados.

Dubeux Júnior et al. (2010) aplicando tratamentos experimentais constituídos de quatro níveis de fósforo (0; 1,06; 2,12; e 4,25 g vaso-1 de P₂O₅, equivalente a 0; 200; 400 e 800 kg ha⁻¹ de P₂O₅) combinados com quatro níveis de potássio (0; 1,01; 2,03 e 4,05 g vaso-1 de K₂O, equivalente a 0; 200; 400; e 800 kg ha⁻¹ de K₂O) não encontraram efeito significativo para número de artículos por planta, em relação ao uso de fósforo e potássio, como também não houve influência nos micronutrientes estudados. Estes autores destacaram que as doses crescentes de P aplicadas reduziram a absorção de N, Ca, Mg e aumentaram os teores de K e S. As doses de K promoveram decréscimo no teor de Ca e acréscimo no teor de S da parte aérea da palma forrageira clone 'IPA-20'. A produção de matéria verde e teor da matéria seca foram influenciados apenas pela adubação potássica.

Teles et al. (2004), concluíram que a composição química da palma forrageira varia conforme a espécie, cultivar, idade da planta e do cladódio, adubação, espaçamento e época do ano. Esses autores relataram ainda que a palma apresenta limitações em relação ao teor de proteína e fibra, porém, elevado teor de minerais. De maneira semelhante Reis et al. (2004), destacaram que o conteúdo proteico da palma forrageira é considerado baixo, visto que, para o crescimento e desenvolvimento de microrganismos ruminais a dieta do animal deve conter níveis em torno de 6% a 7% de proteína bruta.

Além dos baixos índices de proteína bruta a palma forrageira apresenta também segundo Santos et al. (2005), baixo nível de matéria seca e quantidade reduzida de fibra, com aproximadamente 26% de FDN e 20% de FDA. Essas características implicam em baixa ingestão de matéria seca, queda no teor de gordura do leite, diarreia e perdas de peso dos animais, quando a planta é oferecida como alimento exclusivo.

A palma forrageira, conforme Ferreira (2005), destaca-se ainda por ser excelente fonte de energia, rica em carboidratos não fibrosos, 61,79% (Wanderley et al., 2002) e nutrientes digestíveis totais, 62% (Melo et al., 2003), com elevada eficiência de uso de água e amplamente incorporada ao processo produtivo da região.

Peixoto et al. (2006), verificaram que a palma forrageira constitui uma alternativa viável, pois é rica em água, carboidratos solúveis, minerais, vitaminas, elevada digestibilidade e baixos teores de matéria seca, fibra bruta, proteína e fósforo, que corrigidos com a adição de alimentos fibrosos e proteicos à dieta, permite produção animal elevada no período da estação seca.

Neste contexto, este estudo objetivou avaliar a influência da adubação NPK sobre o crescimento vegetativo, produção e composição químico-bromatológica da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.).

2 MATERIAIS E METÓDOS

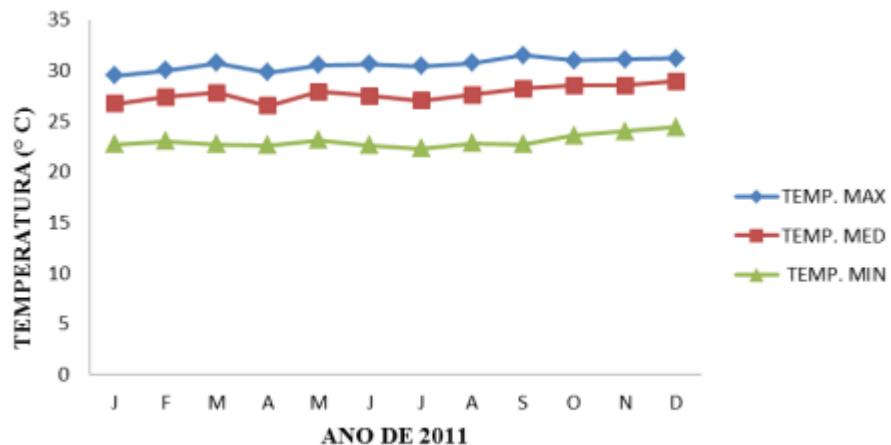
O experimento foi instalado no ano de 2009, conduzido em condições de campo, no Setor de Forragicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará (UFC), no município de Fortaleza, Ceará.

O local do experimento está situado a uma altitude média de 21 metros, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude sul de $03^{\circ} 45' 47''$, longitude oeste de $38^{\circ} 31' 23''$, com clima do tipo Aw', tropical chuvoso, segundo classificação de Köeppen.

A análise de solo da amostra composta, encaminhada para análise química, no Laboratório de Solos da Universidade Federal do Ceará, identificou o solo como sendo um Argissolo com as seguintes características: 9 mg.dm⁻³ de P; 70 mg.dm⁻³ de K; 2,0 cmol.dm⁻³ de Ca+Mg; 0,02 cmol.dm⁻³ de Al; 1,2 cmol.dm⁻³ de Ca; 0,8 cmol.dm⁻³ de Mg; 0,03 cmol.dm⁻³ de Na; e pH em H₂O de 5,4.

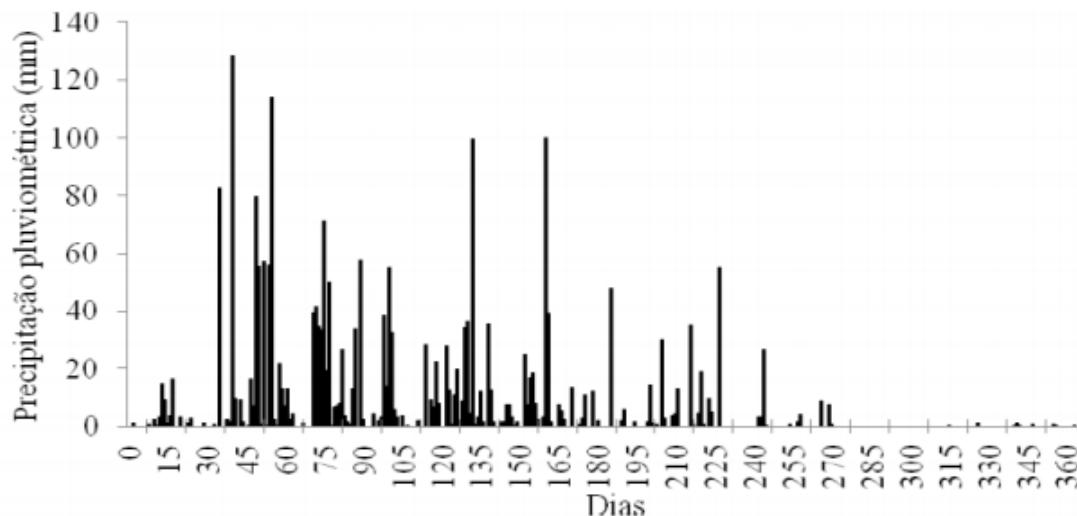
Os dados climáticos do período de coleta dos dados da palma forrageira foram registrados pela estação meteorológica da UFC localizada a aproximadamente 600 m do local do experimento, durante o período de avaliação experimental (Figuras 1 e 2).

Figura 1 - Temperaturas registradas durante o período experimental em Fortaleza, Ceará



Fonte: Elaborada pela autora

Figura 2 - Precipitações pluviométricas registradas no período de avaliação experimental em Fortaleza, Ceará



Fonte: Elaborada pela autora

O experimento foi constituído de dezesseis combinações de doses de NPK, conforme matriz experimental Plan Puebla II, desenvolvida por Turrend & Laird, modificada por Leite (1984), distribuída em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições.

As doses de NPK foram definidas com base no tratamento T9 (Tabela 1).

Tabela 1 - Níveis e doses de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) segundo a matriz experimental Plan Puebla II e respectivas doses de NPK

Tratamentos	Níveis			Doses		
	N	P	K	N	P	K
	kg/ha					
T 1	-0,3	-0,3	-0,3	280	70	280
T 2	-0,3	-0,3	0,3	280	70	520
T 3	-0,3	0,3	-0,3	280	130	280
T 4	-0,3	0,3	0,3	280	130	520
T 5	0,3	-0,3	-0,3	520	70	280
T 6	0,3	-0,3	0,3	520	70	520
T 7	0,3	0,3	-0,3	520	130	280
T 8	0,3	0,3	0,3	520	130	520
T 9	0	0	0	400	100	400
T 10	-0,9	-0,3	-0,3	40	70	280
T 11	0,9	0,3	0,3	760	130	520
T 12	-0,3	-0,9	-0,3	280	10	280
T 13	0,3	0,9	0,3	520	190	520
T 14	-0,3	-0,3	-0,9	280	70	40
T 15	0,3	0,3	0,9	520	130	760
T 16	-0,9	-0,9	-0,9	40	10	40

O experimento foi instalado e distribuído, com 2,0 m entre linhas e 0,1 m entre plantas com 16 parcelas, tendo como bordaduras, a primeira e última linha. Cada parcela era composta de 13 plantas, sendo consideradas como úteis às cinco plantas centrais de cada parcela.

O material vegetal utilizado para implantação do experimento foi à palma forrageira gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill), obtido de plantio convencional, com cladódios selecionados de plantas com dois anos de plantio. Após o corte no campo, o material foi colocado em repouso, à sombra, por um período de quinze dias. O plantio dos cladódios foi realizado em dezembro de 2009, com um cladódio por cova, na posição vertical, com a parte cortada voltada para o solo, a uma profundidade suficiente para que metade do cladódio ficasse enterrada. Foram realizadas capinas sempre que necessárias para evitar competição com plantas daninhas.

A adubação com a fonte nitrogenada e potássica, conforme cada tratamento foi fracionada em três parcelas, sendo a primeira parcela de nitrogênio (N), potássio (K) e todo o fósforo (P) aos 30 dias e as outras duas parcelas de N e K com 45 e 60 dias após o plantio. As fontes de nutrientes utilizadas foram: uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio.

Um ano após o plantio da palma forrageira procedeu-se o primeiro corte, tido como corte de uniformização. Após esse corte as plantas foram adubadas novamente com as mesmas quantidades de adubo químico e passaram a ser avaliadas.

2.1 PRODUTIVIDADE E CRESCIMENTO DA PALMA FORRAGEIRA

Foram realizadas observações dos parâmetros de crescimento da palma, sendo verificados os aspectos morfométricos: número de cladódios por planta (NC), comprimento (CC), largura (LC) e espessura (EC) dos cladódios. Para as medições das dimensões dos cladódios foi utilizada fita milimetrada. O índice de área do cladódio (IAC), conforme descrito por Nobel (2001), foi determinado pela relação entre a área do cladódio (AC) e respectiva área de solo ocupada pela planta.

Estas avaliações ocorreram a cada 90 dias, iniciando aos 90 dias após o corte de uniformização (90 dias após o corte), terminando aos 360 dias após o corte de uniformização (360 dias após o corte). Para as medições das dimensões dos cladódios utilizou-se fita milimétrica, de acordo com Santos et al. (1998) e, para a espessura, utilizou-se um paquímetro.

Para determinação da produção em massa verde (MV) foi realizado o corte das plantas em dezembro de 2011 (360 DAC), preservando-se os cladódios primários em cada planta. Para a produtividade utilizou-se onze das treze plantas que compunham as 16 parcelas.

Após obtenção do peso da matéria verde da palma, em cada tratamento, se fez a substituição através de regra de três simples conforme modelo abaixo:

$$PMV \text{ t ha}^{-1} = PMV \text{ da área útil do tratamento (kg)} \times 10 \text{ m}^2 / \text{área útil do tratamento (m}^2\text{)}$$

Onde:

PMV = Peso de Matéria Verde

Área útil do tratamento = \sum das áreas úteis das parcelas.

As produções em matéria seca (MS) foram determinadas multiplicando-se a produção de MV pelos teores de MS. Determinou-se o teor de MS por meio da secagem em estufa a 65°C até peso constante.

2.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA BROMATOLÓGICA DA PALMA FORRAGEIRA

Posteriormente as amostras foram moídas em moinho com peneira de 1mm e acondicionadas em recipientes plásticos e conduzidos ao laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFC para realização das análises químico-bromatológica.

Para as determinações de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB), segundo metodologia proposta por AOAC (1980) e calculado o teor de matéria orgânica (MO) conforme a equação: MO = 100 - material mineral.

A quantificação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram obtidas conforme metodologia proposta por Van Soest et al. (1991).

Quanto à análise dos dados, inicialmente, foi feito um teste de aderência para verificar se as informações apresentavam distribuição normal. Em caso negativo foram feitas análises descritivas em que foram retirados os outliers ($\mu \pm 3$ desvios), seguido de novo teste de aderência em que quando necessário optou-se pela transformação das

variáveis para aproximar as observações de uma distribuição normal e permitir a utilização da análise de variância.

As características avaliadas foram submetidas a análise de variância e as médias dos tratamentos foram estatisticamente submetidas ao teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do Programa SAS (SAS INSTITUTE, 2002).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 PRODUTIVIDADE E CRESCIMENTO DA PALMA FORRAGEIRA

A produtividade da palma foi influenciada significativamente em face da aplicação dos diferentes níveis de NPK. A produtividade máxima da palma, no presente estudo foi 109,70 toneladas de matéria verde por hectare, obtida com o emprego de 520, 130 e 760kg.ha⁻¹ de NPK (T 15) como pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2 - Produção de massa verde (PMV) em t.ha⁻¹ palma forrageira submetida a diferentes níveis de NPK em Fortaleza, Ceará

Tratamentos	Doses			Produtividade	CV (%)
	N	P	K		
	kg/ha			ton/ha ¹	
T 1	280	70	280	73,88 ab	40,6
T 2	280	70	520	67,49 ab	23,1
T 3	280	130	280	49,89 a	28,5
T 4	280	130	520	76,32 ab	43,5
T 5	520	70	280	72,03 ab	12,3
T 6	520	70	520	72,75 ab	25,5
T 7	520	130	280	84,33 ab	20,6
T 8	520	130	520	71,60 ab	35,9
T 9	400	100	400	104,36 ab	13,4
T 10	40	70	280	56,08 ab	20,8
T 11	760	130	520	89,31 ab	35,6
T 12	280	10	280	72,94 ab	30,8
T 13	520	190	520	66,53 ab	48,6
T 14	280	70	40	73,89 ab	28,1
T 15	520	130	760	109,70 b	21
T 16	40	10	40	65,07 ab	53
Média				75,38	30,08

O tratamento, com 280, 130 e 280 kg.ha⁻¹ de NPK (T 2), proporcionou a menor produção (49,89 toneladas de matéria verde por hectare).

Os resultados do presente estudo são inferiores aos encontrados por Ferreira et al (2003) trabalhando com clones de *Opuntia ficus indica* (L.) Mill. utilizando

¹ Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

espaçamento de 1,0 x 0,5 m e adubação orgânica associada a adubação química, que verificaram para a cv. Gigante 342,8 t ha⁻¹ de massa verde aos 720 DAP. Vale salientar que o presente trabalho leva em consideração a produtividade do segundo corte que geralmente é sempre inferior ao primeiro.

A produção de matéria seca variou de 2,55 ton.ha⁻¹ a 5,82 ton.ha⁻¹ para os tratamentos 3 (280, 130 e 280 kg.ha⁻¹ de NPK) e 15 (520, 130 e 760 kg.ha⁻¹ de NPK) (Tabela 3).

Tabela 3 - Produção de massa seca (PMS) em ton.ha⁻¹, avaliada aos 620 dias após o plantio, em cultura de palma forrageira submetida a diferentes níveis de NPK em Fortaleza, Ceará

Tratamentos	Doses			Produção de Massa Seca ²	CV (%)
	N	P	K	kg/ha	ton/ha
T 1	280	70	280	3,75 ab	38,2
T 2	280	70	520	3,41 ab	20,0
T 3	280	130	280	2,55 a	23,7
T 4	280	130	520	4,09 ab	47,0
T 5	520	70	280	3,74ab	13,0
T 6	520	70	520	3,83 ab	24,7
T 7	520	130	280	4,27 ab	23,1
T 8	520	130	520	3,87 ab	34,8
T 9	400	100	400	5,25 ab	15,9
T 10	40	70	280	2,84 ab	19,5
T 11	760	130	520	4,60 ab	35,5
T 12	280	10	280	3,63 ab	27,9
T 13	520	190	520	3,38 ab	42,3
T 14	280	70	40	3,93 ab	32,8
T 15	520	130	760	5,82 b	24,7
T 16	40	10	40	3,73 ab	61,3
Média				3,92	30,28

A maior produtividade de massa seca encontrada nesse trabalho foi superior as encontrados por Dubeux Júnior et al. (2006), que encontraram matéria seca variando de 6 a 17 t ha⁻¹ com 5.000 plantas (2,00 m x 1,00 m) e de 17,8 a 33,7 t ha⁻¹ em 40.000 plantas ha⁻¹ (1,00 m x 0,25 m) trabalhando com diferentes níveis de fertilização com N e P em várias localidades do Nordeste brasileiro. Os resultados do presente trabalho diferem também dos verificados por Cortazar et al. (2001) ao trabalharem com adubação com

² Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

biofertilizante que encontraram valores de 19,9 t ha⁻¹ de MS aos 450 DAP, com 60.000 plantas ha⁻¹.

Dubeux Júnior et al. (2006) encontraram variação significativa de produção de 11,5 e 23,8 t ha⁻¹ de matéria seca de palma forrageira, cultivar gigante, em função de doses 0 e 76 kg ha⁻¹ de P2O5, respectivamente, aos 720 DAP. No presente trabalho, essa variação foi de 3,63 a 5,82 t ha⁻¹ para as doses de 10 e 130 kg ha⁻¹ de P2O5, respectivamente, aos 360 dias após o corte de uniformização. Segundo Dubeux Júnior et al., (2010) a palma forrageira, cultivar Gigante, tem baixa capacidade de resposta à adubação fosfatada, justificando os resultados encontrados no presente estudo.

Apesar do palmal ter sido adubado com diferentes níveis de NPK a produtividade média foi baixa. Sales et al. (2003) comentam que, além da genética da planta, as oscilações climáticas exercem influência na largura e comprimento dos artículos, afetando desse modo, a produção.

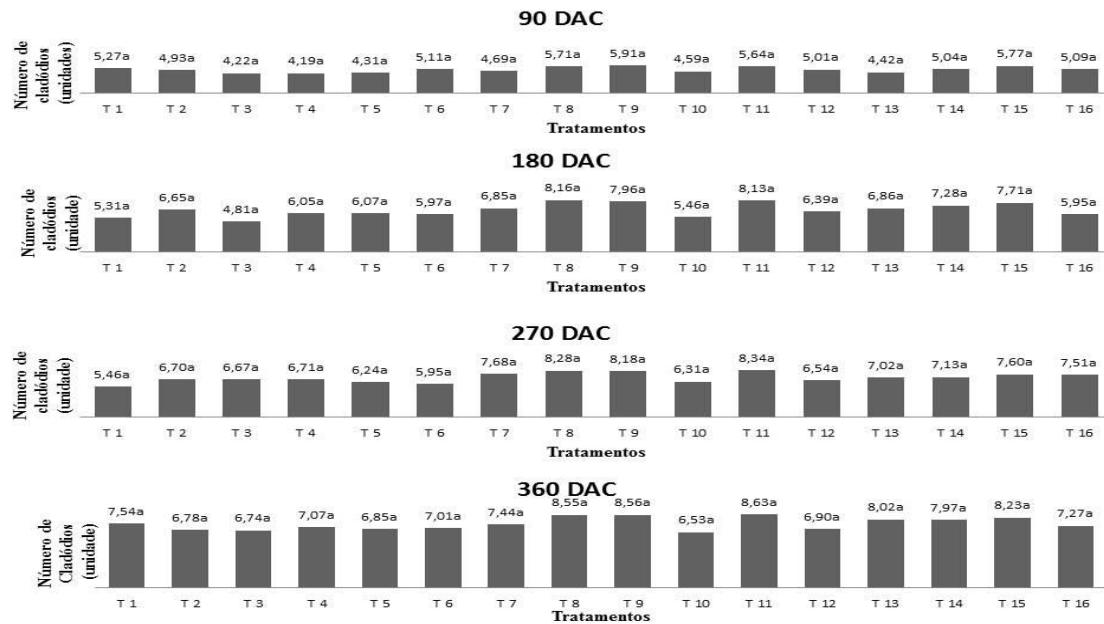
O fato da baixa produtividade da palma forrageira neste trabalho provavelmente está relacionada também aos fatores climáticos, uma vez que, estes são fundamentais para aumentar a produtividade de uma determinada espécie. Para Nobel 2001 o bom rendimento da palma forrageira está claramente relacionado a áreas com 400 a 800mm anuais de chuva, umidade relativa acima de 40%, temperatura diurna de 25°C, noturna 15°C e altitude superior a 450 metros. Assim, dentro do período em que transcorreu o experimento, houve restrição climática, para todos os elementos principalmente quanto à pluviosidade, uma vez que, durante o período experimental a pluviosidade média anual ocorrida em Fortaleza foi de aproximadamente 200 mm, aliada a uma má distribuição durante o período de realização da pesquisa.

Os resultados da análise de variância para números de cladódios (NC) não apresentaram diferença estatística significativa entre os tratamentos nas mensurações realizadas aos 90, 180, 270 e 360 dias após o corte (DAC) (Figuras 3).

O número médio de cladódios por planta foi de 4,99, 6,60, 7,02 e 7,51 cladódios por planta para as mensurações feitas aos 90, 180, 270 e 360 DAC, respectivamente. Os dados médios obtidos neste trabalho para o número total de artículos por planta são próximos aos obtidos por Silva et al. (1998), que observaram $6,0 \pm 1,06$ em plantas de palma aos oito meses de idade. Os resultados são próximos também dos observados por Nascimento (2008), que trabalhando com palma em condições de campo e adubação fosfatada variando de 100 a 250 kg ha⁻¹, obteve 5,61 cladódios por planta aos 180 dias de idade.

Vale salientar que o número de cladódios da palma forrageira em condições de campo também é influenciado, dentre outros fatores, além da fertilidade do solo, pela densidade de plantio (DUBEUX JÚNIOR; SANTOS, 2005).

Figura 3- Valores médios de número de cladódios por planta (NC) da palma forrageira aos 90, 180, 270 e 360 dias após o corte (DAC) em palma forrageira submetida a diferentes níveis de NPK



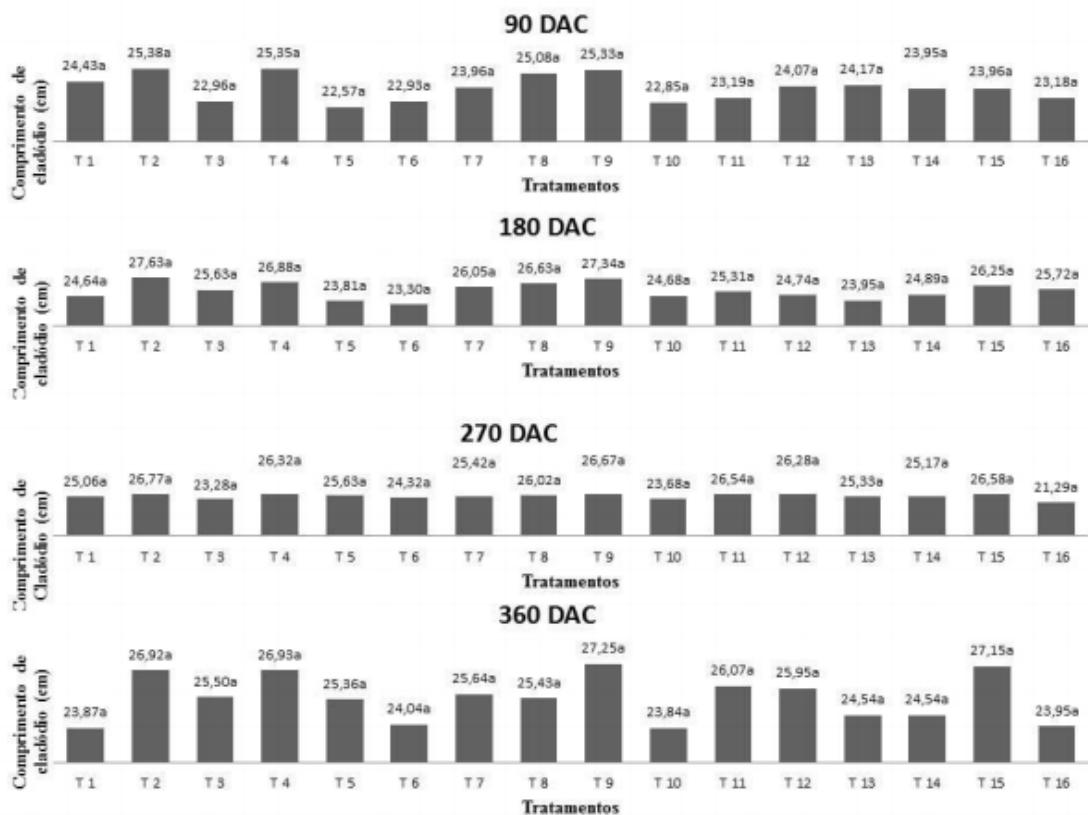
Fonte: Elaborada pela autora

Os resultados da análise de variância para comprimento de cladódio (CC) não apresentaram diferença estatística significativa entre os tratamentos nas mensurações realizadas aos 90, 180, 270 e 360 dias após o corte (DAC) (Figuras 4).

Constatou-se que o tratamento (T 2) que recebeu 280, 70 e 520 kg de NPK por hectare teve comprimento de cladódio (CC) médio de (25,38 cm, 27,63 cm, 26,77 e 26,92 cm) aos 90, 180, 270 e 360 DAC, respectivamente, mostrando-se superior a todos os demais tratamentos ao longo do período em que se efetivaram as medições.

A menor média de CC, aos 360 DAC, observada entre os tratamentos foi 23,84 cm e a maior 25,38 cm, referentes aos níveis 40,70 e 280 kg ha⁻¹ (T10) e 400,100 e 400 kg ha⁻¹ de NPK (T9), respectivamente (Figura 4).

Figura 4 - Valores médios de comprimento de cladódios (CC) da palma forrageira aos 90, 180, 270 e 360 dias após o corte (DAC) em palma forrageira submetida a diferentes níveis de NPK

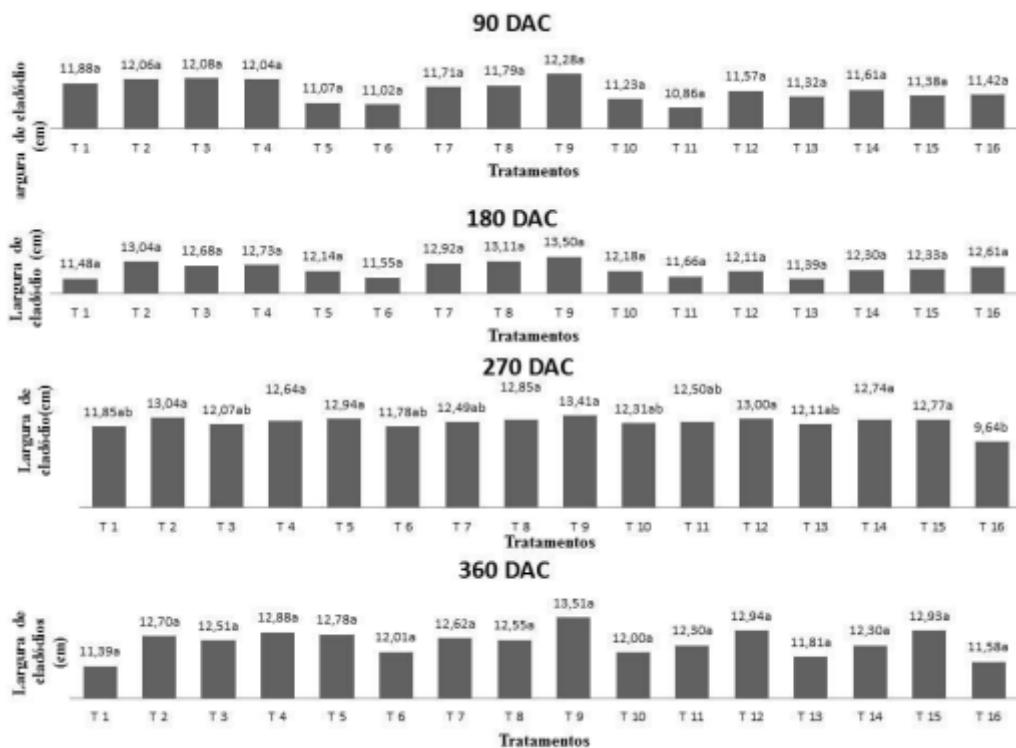


Fonte: Elaborada pela autora

Os dados observados no presente estudo apresentam-se inferiores aos encontrados por Silva Neto et al. (2008) que obtiveram valores de 29,81cm, aos 360 DAP, em estudos realizados com palma em função do espaçamento e doses de fósforo em campo na Paraíba.

Para a variável largura de cladódio da palma forrageira quando realizada análise de variância, constatou-se que não houve diferença estatística significativa aos 90, 180, 270 e 360 DAC. Porém, aos 270 DAC observou-se significância nas diferenças entre os tratamentos pelo teste F (Figura 5).

Figura 5 - Valores médios de largura de cladódios (LC) da palma forrageira aos 90, 180, 270 e 360 dias após o corte (DAC) em palma forrageira submetida a diferentes níveis de NPK

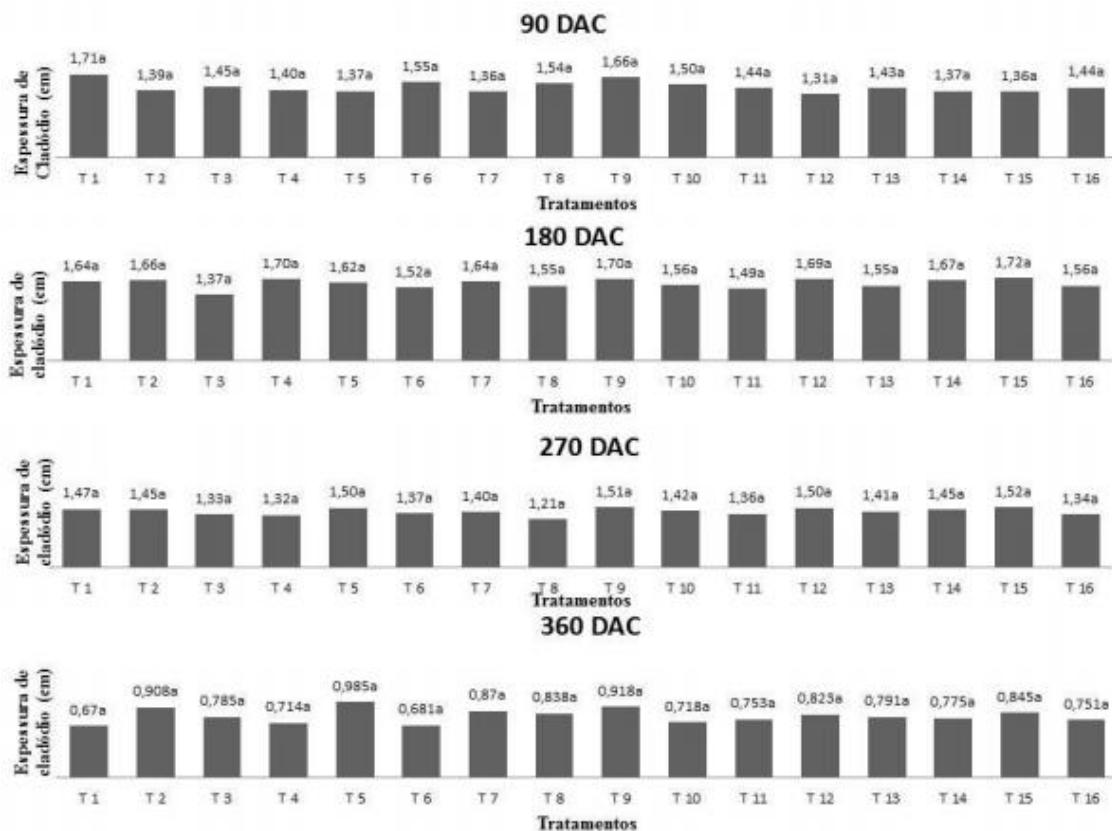


Fonte: Elaborada pela autora

Segundo Leite (2009) o cladódio é a estrutura responsável pela produção da maior parte dos carboidratos essenciais ao crescimento e desenvolvimento das cactáceas, portanto uma maior área total de exposição à luz indica um maior potencial produtivo desta planta. No entanto, os valores médios para LC obtidos no presente estudo, mostram-se inferiores aos alcançados por Silva Neto et al. (2008), em experimento com palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.), avaliando espaçamento e doses de fósforo na Paraíba, e por Nascimento (2008) ao trabalhar com palma submetida a diferentes níveis de adubação em Pernambuco, cujos valores médios de largura de cladódios foram de 16,03 cm, aos 360 DAP e 15,63 cm, aos 333 DAP, respectivamente.

Para espessura de cladódios da palma forrageira, os resultados obtidos com a incorporação de diferentes níveis de NPK, representando os tratamentos, não apresentaram diferença estatística (Figura 6).

Figura 6 - Valores médios de espessura de cladódios (EC) da palma forrageira aos 90, 180, 270 e 360 dias após o corte (DAC) em palma forrageira submetida a diferentes níveis de NPK



Fonte: Elaborada pela autora

As médias dos tratamentos observadas aos 90, 180, 270 e 360 dias após o corte (DAC) dias do período experimental, após ser aplicado o teste de Tukey 5% de probabilidade estão evidenciadas na figura 6.

Os resultados do presente estudo mostram-se superiores aos encontrados por Araújo Filho (2000) ao analisar os efeitos da adubação fosfatada na palma forrageira cultivar gigante em experimento realizado em Pernambuco em casa de vegetação, com NEOSSOLO REGOLÍTICO, aos 06 meses de idade, que encontrou um valor médio para espessura dos cladódios de 1,02 cm.

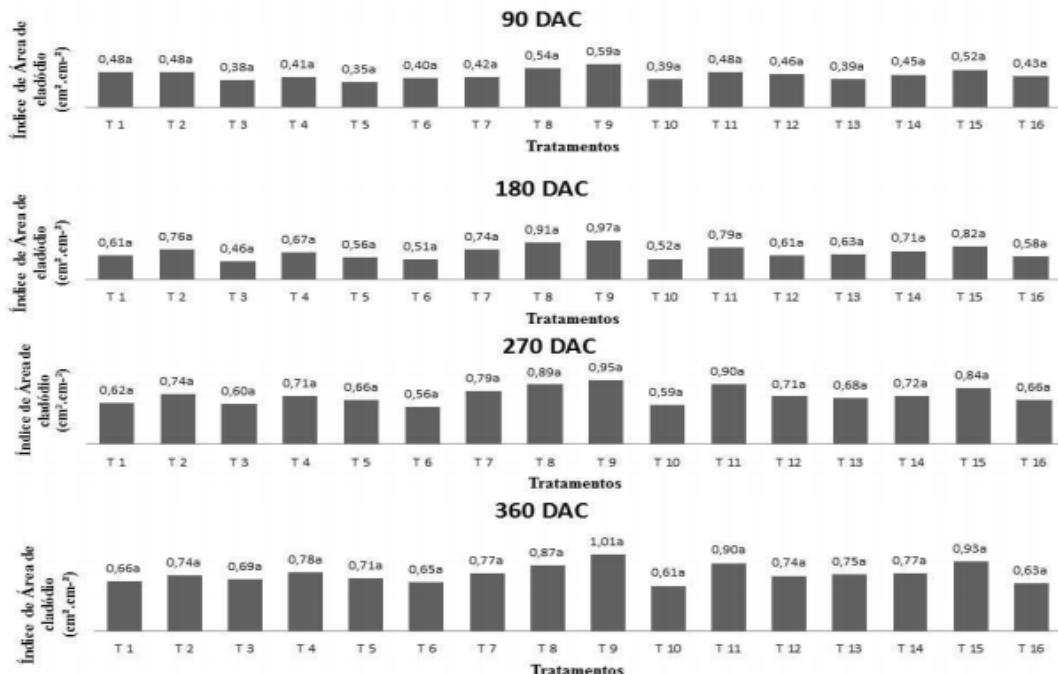
Leal et al. (2008) em São João do Cariri (PB), observou valor médio de 0,60 cm de espessura em plantio da palma aos 06 meses de idade. Nascimento (2008), estudando caracterização morfométrica e estimativa da produção de *Opuntia ficus-indica* Mill, sob diferentes arranjos populacionais no semiárido da Paraíba, em Patos (PB), aos 330 DAP, encontrou valor médio para espessura de 0,53 cm, resultados esses inferiores aos encontrados nesse experimento. O rápido desenvolvimento da palma forrageira na fase inicial neste estudo provavelmente foi influenciado pelos períodos de chuvas na fase

inicial no experimento que contribuiu para ritmos de crescimento acelerados, devido à presença de precipitação e maior disponibilidade de nutrientes decorrentes das adubações e da melhoria do fluxo difusivo. As adubações em cobertura também contribuíram para esse resultado, pois foram realizadas nessa época. No período sem chuva, coincidente com a fase final (270 a 360 DAC), a falta de água, com consequências também na disponibilidade de nutrientes, resultaram de certa forma na estabilização do crescimento. Fotossíntese, respiração, transpiração e absorção de nutrientes são processos fisiológicos e bioquímicos dependentes de água, desta forma o crescimento vegetativo está fortemente relacionado ao conteúdo de água no solo (SAMPAIO, 2005). Assim, percebe-se um ritmo de crescimento maior na fase inicial, seguido de uma fase de semidormência coincidente com o período seco.

Para o índice de área de cladódio (IAC) da palma forrageira, os resultados obtidos com a incorporação de diferentes níveis de NPK, representando os tratamentos, não apresentaram diferença estatística.

As médias dos tratamentos observadas aos 90, 180, 270, 360 após o corte (DAC), após ser aplicado o teste de Tukey 5% de probabilidade estão evidenciadas na figura 7.

Figura 7 - Valores médios de índice de área de cladódio (IAC) da palma forrageira aos 90, 180, 270 e 360 dias após o corte (DAC) em palma forrageira submetida a diferentes níveis de NPK



Fonte: Elaborada pela autora

Os valores apresentados para IAC apresentaram média de 0,45, 0,68, 0,73 e 0,76 cm para as mensurações de 90, 180, 270 e 360 DAC, respectivamente.

Os resultados obtidos nesse trabalho são superiores aos encontrados por Santos (1992) de 0,046 e 0,282, para plantas com idade de 6 e 12 meses, respectivamente. Dubeux et al (2006) que observaram IAC de 0,51 para plantas cultivadas em Sertânia, com idade de 24 meses sem uso de fertilizante. Esta pequena diferença pode ter sido resultante das condições ambientais da cidade área experimental.

Conforme Sales et al (2008), o crescimento vegetativo de uma cultura é em função de causas genéticas (potencial genético de produção próprio da espécie ou genótipo), de condições ambientais, durante o ciclo cultural e do manejo.

Todavia, Teles et al. (2002) afirmaram que mesmo a palma forrageira se tratando de uma planta com superfície fotossintetizante inferior as de outras forrageiras, o IAC irá variar com o espaçamento, plantio, espécie, genótipo, idade da planta e condições do meio.

3.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA BROMATOLÓGICA DA PALMA FORRAGEIRA

A Tabela 4 mostra os resultados sumariados da análise química bromatológica da palma forrageira, no segundo corte, aos 360 dias, submetida aos tratamentos com diferentes doses de NPK, esboçando os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), material mineral (MM), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA).

Os teores de matéria seca da palma forrageira, embora não tendo sido observadas diferenças estatísticas significativas para os diferentes níveis de adubação com NPK testados, apresentaram valores médios entre 4,92 e 4,54% para os tratamentos 16 e 9 pra a maior e menor média respectivamente. (Tabela 4).

Tabela 4 - Teores médios (%) de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), material mineral (MM), matéria orgânica (MO) e fibra em detergente ácido (FDA) de cladódios de palma forrageira cultivada sob 16 níveis diferentes de NPK, 360 dias após o corte de uniformização em Fortaleza, Ceará

Tratamentos	N	P	K	MS	PB	MM	MO	FDN	FDA
	kg/ha		(%) ³						
T 1	280	70	280	4,65	6,18ab	14,00ab	86,00ab	19,59a	14,25ab
T 2	280	70	520	4,63	5,80ab	14,42ab	85,57ab	20,80ab	15,24ab
T 3	280	130	280	4,69	5,59ab	12,80ab	87,19ab	19,25a	15,69b
T 4	280	130	520	4,82	5,37ab	12,70ab	87,29ab	20,12ab	16,17b
T 5	520	70	280	4,71	5,45ab	13,17ab	86,82ab	20,05ab	15,95b
T 6	520	70	520	4,76	5,59ab	13,38ab	86,62ab	20,90ab	14,53ab
T 7	520	130	280	4,56	5,62ab	14,49ab	85,5ab	21,30ab	14,92ab
T 8	520	130	520	4,91	6,02ab	12,88ab	87,11ab	20,43ab	15,6ab
T 9	400	100	400	4,54	5,63ab	11,31a	88,68a	20,76ab	14,52ab
T 10	40	70	280	4,69	4,72a	13,70ab	86,29ab	21,14ab	15,83b
T 11	760	130	520	4,55	6,76b	14,39ab	85,6ab	21,35ab	15,77b
T 12	280	10	280	4,55	6,65b	12,62ab	87,37ab	21,93ab	14,53ab
T 13	520	190	520	4,75	5,99ab	14,73ab	85,26ab	21,66ab	14,31ab
T 14	280	70	40	4,84	5,61ab	11,17a	88,83a	21,64ab	14,25ab
T 15	520	130	760	4,85	5,98ab	13,45ab	86,55ab	22,05b	14,92ab
T 16	40	10	40	4,92	5,52ab	17,32b	82,67b	22,40b	12,98a
Médias				4,72	5,50	13,53	86,46	20,96	15,00
CV (%)				1,59	9,81	12,56	2,3	4,77	6,87

O período de chuva que se prolongou até o começo de julho (Figura 2) mantendo as plantas em crescimento ativo, com muito tecido jovem e alto teor de água podem estar associados aos baixos valores de matéria seca, uma vez que, o uso da adubação associado ao fator quantidade de chuvas, proporcionou um melhor desenvolvimento das plantas e consequentemente plantas com parede celulares pouco espessas com baixa lignificação e elevado teor de água afetando os níveis de matéria seca.

Dubeux Júnior et al. 2010 destacaram que de maneira geral a palma forrageira apresenta baixa percentagem de matéria seca, o que pode comprometer, quando fornecida em grandes quantidades, o atendimento das necessidades de matéria seca dos animais. Por outro lado, essa característica da palma forrageira representa grande aporte de água, fator limitante na maior parte do ano em condições de semiárido.

³ Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Valores superiores aos da presente pesquisa foram detectados por Dubeux Júnior et al. (2010), que ao avaliar o efeito da adubação fosfatada e potássica, utilizando vasos em casa de vegetação, aos 180 dias, encontraram média de teor de matéria seca de 6,90%, tendo como limites mínimo e máximo os valores de 5,14 e 6,92%, respectivamente. Teles et al. (2004) também com uso de vasos, ao determinar efeito da adubação e nematicida não observaram diferenças para teor de matéria seca com limites mínimo e máximo de 6,0 e 8,88%, respectivamente e média de 7,29%. Deve-se levar em consideração que os autores acima citados mantinham as plantas irrigadas e colheram em fase mais jovem (180 dias).

Para os teores de proteína bruta, a análise de variância evidenciou diferença estatística, como é mostrado na tabela 3. O tratamento T 11 que recebeu a maior quantidade de nitrogênio evidenciou maior média (6,76%) de PB quando comparado ao T 10 que recebeu a menor quantidade e apresentou menor média (4,72%). Malavolta, (2008) destacou que o teor de nitrogênio nos cladódios é função da disponibilidade do mesmo no solo, uma vez que, o nitrogênio é parte integrante de aminoácidos, proteínas, enzimas, DNA e RNA (purinas e pirimidinas), clorofila, coenzimas, colina e ácido indolilacético, daí o fato das maiores médias estarem nos tratamentos que receberam maiores quantidades de N.

Ferreira et al. (2003), utilizando técnicas multivariadas na avaliação da divergência genética entre clones de *Opuntia ficus-indica*, obtiveram teor de proteína bruta ($4,81 \pm 1,16 \text{ g kg}^{-1}$), resultados semelhantes aos encontrados nesta pesquisa. Os resultados dos teores de FDA da palma forrageira para os diferentes tratamentos estão na tabela 3. Observou-se que o tratamento que recebeu a menor dose de NPK apresentou o menor valor de FDA (12,98%), observou-se ainda que o aumento nos valores de FDA acompanhavam o aumento das doses de NPK.

Costa et al. (2010) detectaram em plantas provenientes de micropropagação *in vitro* teores de FDA que variaram de 15,78 a 16,92, respectivamente, valores semelhantes aos encontrados nesta pesquisa.

Os valores médios de FDN nos cladódios de palma forrageira variaram com os tratamentos e foram de 19,25 a 22,40 %, para T 3 e T 16, simultaneamente (Tabela 4), resultados esses inferiores aos encontrados por Albuquerque et al. (2002), trabalhando com a utilização de três fontes de nitrogênio associadas à palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill.) Cv. Gigante na suplementação de vacas leiteiras mantidas em pasto diferido, que obtiveram valores variando de 25,65 a 28,40 % de FDN.

Os fatores climáticos que influem nos teores de FDA e FDN, provavelmente justificam esses baixos valores de fibra, afinal plantas desenvolvidas sob condições de elevadas temperaturas apresentam maior lignificação da parede celular e atividades metabólicas, o que causa decréscimo no conjunto de metabólitos do conteúdo celular. Assim, segundo Van Soest (1994), os produtos fotossintéticos são convertidos em componentes estruturais.

Os resultados obtidos no presente trabalho, para MM na palma 'Gigante' superam os encontrados por Silva et. al. (2007) e Costa et. al. (2010), 8,89 e 9, respectivamente. Já Batista et. al. (2003), Melo et. al. (2003) e Donato (2011) observaram teores médios na mesma cultura na ordem de 14,60; 14,20 e 14,10 % de matéria mineral, respectivamente, valores similares aos aqui determinados.

Os teores de matéria orgânica (MO) nos cladódios expressaram média de 86,46%, valores que se assemelham ao encontrados por Mello et al. (2003) e Araújo et al. (2004), com teores de 85,76 e 88,66 %, respectivamente. Tosto et al. (2007), com a mesma cultivar encontraram teor de 83,70 % enquanto Wanderley et al. (2002) obtiveram resultado superior, 93,41%, diferindo mesmo assim dos resultados obtidos neste trabalho.

4 CONCLUSÃO

As quantidades de nutrientes utilizados nas adubações promovem pequenas alterações na produção.

A adição de NPK promove aumento no teor de proteína, o que resulta em melhoria na qualidade nutricional da palma forrageira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, S. G. de; SANTOS, D. C. Palma forrageira. In: KIILL, L. H. P.; MENEZES, E. A. **Espécies vegetais exóticas com potencialidades para o semiárido brasileiro**: Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. cap.3, p. 91-127.

ALBUQUERQUE, S.S.C.; et al. Utilização de três fontes de nitrogênio associadas à palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill.) Cv. Gigante na suplementação de vacas leiteiras mantidas em pasto diferido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1315-1324, 2002.

ALVES, R. N; et al. Produção de forragem pela palma após 19 anos sob diferentes intensidades de corte e espaçamentos. **Revista Caatinga**, v. 20, n. 4, p. 38-44, 2007.

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

ARAÚJO, P.R.B.; et al. Substituição do milho por palma forrageira em dietas completas para vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1850-1857, 2004.

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

CAVALCANTI, C.V.A.; et al. Palma forrageira enriquecida com ureia em substituição ao feno de capim- tifton 85 em rações para vacas da raça Holandesa em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.689-693, 2008.

CORTÁZAR, V.G; VARNERO, M.T.; ESPINOSA, M. Efecto de bioabono sobre el área fotosintéticamente activa, producción de cladodios y eficiencia de recuperación de N en un cultivo de tuna (*Opuntia ficus-indica* L.) en el primer año post-plantación. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, p.93-104. 2001.

COSTA, M.R.G.F.; et al. Produção e composição química da palma forrageira micropropagada in vitro. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v.11, n.4, p. 953-960 out/dez, 2010.

DONATO, P.E.R. **Avaliação bormatológica, morfológica, nutricional e de rendimento de palma forrageira sob diferentes espaçamentos e doses de esterco bovino.** Itapetinga- BA: UESB, 2011. 134f. (Tese – Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes).

DUBEUX JR., 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.) Mill., under different N and P fertilization and plant population in North- east Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 67, n. 3, p. 357-372, 2006.

DUBEUX JUNIOR, J.C.B.; ARAÚJO FILHO, J.T.; SANTOS, M.V.F. et al. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira –Clone IPA-20. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.1, p.129-135. 2010.

DUBEUX JR., J.C.B.; SANTOS, M.V.F. dos. Exigências nutricionais da palma forrageira, In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. **A palma do Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso.** Recife: Editora Universitária da UFPE, 2005. p. 110-118.

DUQUE, G. O Nordeste e as lavouras xerófilas. 4. ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2004. 330 p.

FERREIRA, C. A.; FERREIRA, R. L. C.; SANTOS, D. C.; et al. Utilização de técnicas multivariadas na avaliação da divergência genética entre clones de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, 2003.

FERREIRA, M. A. **Palma forrageira na alimentação de bovinos leiteiros.** Recife: Gráfica Universitária, 2005. 68p.

IPA: SANTOS, D. C. dos; et al. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em Pernambuco.** Recife:, 2006. 48p. (IPA. Documentos, 30).

LEAL, B. V; et al. **Morfometria de cladódios de palma forrageira no cariri paraibano.** ZOOTEC 2008. João Pessoa - PB, 2008.

LEITE, M.L, de M.V. **Avaliação de clones de palma forrageira a adubações e sistematização de informações em propriedades do Semiárido paraibano.** 2009. 189f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrarias. Universidade Federal da Paraíba, Areia.

MAGALHÃES, M.C.S.; VÉRAS, A.S.C.; FERREIRA, M.A. et al. Inclusão de 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. O futuro da nutrição de plantas tendo em vista aspectos agronômicos, econômicos e ambientais. **Informações Agronômicas**, n.121, 2008.

MELO, A.A.S.; FERREIRA, M.A.; VERÁS, A.S.C. et al. Substituição parcial do farelo de soja por uréia e palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em dietas para vacas em lactação.1. Desempenho 1. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.727-736. 2003.

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.

MENEZES, R. S. C.; SIMÕES D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. **A palma do Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso.** Recife: Editora Universitária da UFPE, 2005. 258p.

NASCIMENTO, J.P. Caracterização morfométrica e estimativa da produção de *Opuntia ficus indica* Mill sob diferentes arranjos populacionais no semiárido da Paraíba, Brasil. Patos, UFCG, 2008. 47f. Dissertação (mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Campina Grande, 2008.

NOBEL, P.S. Biologia ambiental. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; PIMIENTABARRIOS, E. **Agroecología, cultivo e usos da palma forrageira.** FAO/SEBRAE(PB), p. 36-48. 2001.

PEIXOTO, M. J. A. et al. Desenvolvimento de *Opuntia ficus-indica* (L) Mill, em diferentes substratos após micropropagação *in vitro*. **Acta sci, Anim Sci**, v. 28, n. 1, p. 17 – 20, 2006.

RAMOS, J.P.F; et al. Crescimento vegetativo de *Opuntia ficus-indica* em diferentes espaçamentos de plantio. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.24, n.3, p.41-48, jul.-set., 2011.

REIS, R. A. et al. Suplementação protéica energética e mineral em sistemas de produção de gado de corte nas águas e nas secas. In.: **Pecuária de corte intensiva nos trópicos.** Piracicaba: FEALQ, 2004, v1, p. 171- 226.

REYES-AGUERO J. A.; AGUIRRE-RIVERA J. R.; HERNANDEZ H. M. Notas sistemáticas e descripción detallada de *Opuntia ficus-indica* (L)Mill. (cactaceae). Colegio de Pos- graduados. Texcoco, México. **Agrociencia**, v. 39, n. 4. p.395-909, 2005.

ROJAS-ARÉCHIGA, M. R.; VÁZQUEZ-YANES, C. V. Cactus seed germination: a review. **Journal of Arid Environments**, London, v. 44, p. 85-104, 2000.

SALES, A. T.; ANDRADE, A. P.; SILVA, D. S.; LEITE, M. L. V.; VIANA, B. L.; SANTOS. E. G.; PARENTE, H. N. **Potencial de adaptação de variedades de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* e *Nopalea cochenillifera*) no Cariri paraibano.** In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL 4., Petrolina-PE, p. 434-438. 2006.

SALES, A.T.; ANDRADE, A.P.; SILVA, D.S.; LEITE, M.L.M.V.; VIANA, B.L.; RAMOS, J.P.F. Taxa de crescimento relativo de palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n. 1, p.340-346, 2003.

SANTOS, D. C. **Estimativas de parâmetros genéticos em caracteres de clones da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill. e *Nopalea cochenillifera*, Salm Dyck).** Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 1992. 119f. Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Universidade Federal de Pernambuco, 1992.

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; LIRA, M. A.; FARIAS, I.; BURITY, H. A.; NASCIMENTO, M. M. A.; SANTOS, D. C.; 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 da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 19, n. 6, p. 504-511, 1998.

SANTOS, M. V. F.; FERREIRA, M.A.; BATISTA, A. M. V. Valor nutritivo e utilização da palma forrageira na alimentação de ruminantes. In: MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. (eds). **A Palma no Nordeste do Brasil** conhecimento atual e novas perspectivas de uso. 2. ed. Recife: ed universitária da UFPE. p.143-158, 2005.

SAS INSTITUTE. **SAS System for windows.** Version 9.1.3 cary: SAS Institute Inc. 2002. 2 CD-ROMs.

SILVA NETO, F. L.; ANDRADE, R. L.; SOUTO, J. S.; BEZERRA, D. M.; SILVA, A. L. N.; FERREIRA, S. D.; SOUZA, B. V.; RODRIGUES, M. Q. **Crescimento da palma forrageira (*Opuntia ficus- indica* Mill.) em função do espaçamento e doses de fósforo - ZOOTEC**, João Pessoa, 2008. 4p.

SILVA, R.R.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C. et al. Palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) associada a diferentes volumosos em dietas para vacas da raça Holandesa em lactação. **revista Acta Sci. Anim. Sci.** Maringá, v.29, n.3, p.317-324, 2007.

SIMÕES, D. A.; SANTOS, D. C.; DIAS, F. M. Introdução da palma forrageira no Brasil. In: MENEZES, R. S. C; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E V. S. B. (Eds.) **A palma no Nordeste do Brasil, conhecimento atual e novas perspectivas de uso.** 1. ed. Universitária: UFPE, 2005, p. 13-26.

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>. Consultado em 08 de dezembro de 2013.

TELES, M. M.; SANTOS, M. V. F. dos; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; BEZERRA NETO, E.; FERREIRA, R. L. C.; LUCENA, J. E. C.; LIRA, M. de A. Efeitos da adubação e de nematicida no crescimento e na produção da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.) cv. Gigante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 52-60, 2002.

TELES, M.M.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B. et al. 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, (Suplemento 2). 2004.

TOSTO, M.S.L.; ARAÚJO, G.G.L.; OLIVEIRA, R.L. et al. Composição química e estimativa de energia da palma forrageira e do resíduo desidratado de vitivinícolas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.8, n.3, p.239-249, 2007.

VAN SOEST, P.J. ROBERTSON J. B., LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutrl detergent fiber and nonstarch polysacarides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p.3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed.Ithaca: Cornell University, 1994. 476p

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