



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

Dissertação de Mestrado

**ADUBAÇÃO ORGÂNICA NA PRODUÇÃO DE PALMA FORRAGEIRA
(*Opuntia ficus-indica* (L) Mill.) NO CARIRI PARAIBANO**

JOSEMBERG BATISTA GOMES

PATOS-PB
2011

JOSEMBERG BATISTA GOMES

**ADUBAÇÃO ORGÂNICA NA PRODUÇÃO DE PALMA FORRAGEIRA
(*Opuntia ficus-indica* (L) Mill.) NO CARIRI PARAIBANO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Jacob Silva Souto.

PATOS-PB
2011.

FICHA CATALOGADA NA BIBLIOTECA SETORIAL DO CSTR /
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

G633a
2011

Gomes, Josemberg Batista.

Adubação orgânica na produção de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* (L) Mill). no Cariri paraibano / Josemberg Batista Gomes – Patos - PB: UFCG/PPGC0 F, 2011.

50p.: il. Color.

Inclui Bibliografia.

Orientador (a): Jacob Silva Souto

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande.

1- Adubação orgânica (Estercos) - Dissertação. 2 - Esterco caprino - Adubo. 3 - Cactácea. 4 – Farinha de osso na adubação.

CDU: 631.862



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

PROVA DE DEFESA DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO

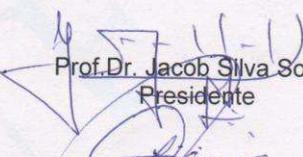
**TÍTULO: "Adubação Orgânica na Produção de Palma Forrageira
(*Opuntia ficus -indica*(L.) Mill) no Cariri Paraibano."**

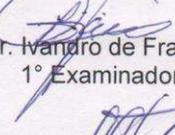
AUTOR: JOSEMBERG BATISTA GOMES

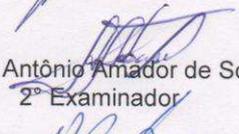
ORIENTADOR: Prof. Dr. Jacob Silva Souto

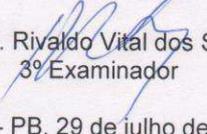
JULGAMENTO

CONCEITO: APROVADO

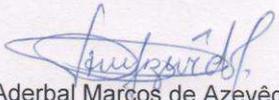

Prof. Dr. Jacob Silva Souto
Presidente


Prof. Dr. Ivandro de França Silva
1º Examinador


Prof. Dr. Antônio Amador de Sousa
2º Examinador


Prof. Dr. Rivaldo Vital dos Santos
3º Examinador

Patos - PB, 29 de julho de 2011


Prof. Dr. Aderbal Marcos de Azevêdo Silva
Coordenador

DEDICATÓRIA

A Família, elo maior de equilíbrio entre Deus e seus semelhantes, seres humanos.

Aos meus pais José Gomes Perico (*in memoriam*) e Berenice Batista Gomes, que me ensinaram e incentivaram a ultrapassar os obstáculos que a vida oferece.

A minha esposa Lúcia Farias e aos meus filhos Bartira Farias, Bárbara Leônia, Belchior Lamarck e Aurélia Nicole foco maior de minha existência.

Aos meus irmãos Lourdinha, Lúcia, Gutemberg, Socorro, Daremberg, Paula, Clara, Yaroslane e Nuara pelo incentivo.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, principalmente, por minha vida e por me conceder e me proporcionar esta oportunidade, quando muitos estão impossibilitados por motivos outros.

Aos Professores e Funcionários do Programa de Pós Graduação em Zootecnia da CSTR/UFCG/Patos – PB, pela oportunidade e apoio concedido para o sucesso deste curso.

A Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia Professor Dr. Aderbal Marcos de Azevedo Silva, pela oportunidade e credibilidade, minha gratidão.

Ao Professor Dr. Jacob Silva Souto, pela valiosa e indispensável orientação.

Aos Colegas do curso de Mestrado pelo apoio e incentivo.

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

Página

LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE TABELAS.....	ii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 A cultura da palma forrageira (<i>Opuntia ficus – indica</i> (L) Mill.....	3
2.2 Importância econômica da palma forrageira.....	4
2.3 Influência do método de plantio e do espaçamento na cultura da palma forrageira....	5
2.4 Os esterços na adubação da palma forrageira.....	7
2.5 Farinha de osso como fonte natural de fósforo.....	9
2.6 Composição química da palma forrageira.....	10
2.7 Produtividade da palma forrageira.....	11
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1 Localização e característica da área de estudo.....	13
3.2 Caracterização do solo: relevo, atributos e cobertura vegetal.....	14
3,3 Fonte de fósforo e esterços utilizados.....	14
3.4 Preparo da área experimental.....	15
3.5 Instalação e condução do experimento.....	15
3.6 Distribuição dos tratamentos e delineamento experimental.....	18
3.7 Coleta de dados e parâmetros avaliados.....	18
3.8 Composição química bromatológica da palma forrageira.....	19
3,9 Determinação da produtividade da palma forrageira, em campo.....	19
3.10 Estimativa de água na palma forrageira	20
3.11 Análise econômica.....	20
3.12 Análises estatística.....	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4.1 Análise química e bromatológica.....	21
4.1.1 Matéria seca (MS).....	21
4.1.2 Proteína bruta (PB).....	22
4.1.3 Fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA).....	22

4.1.4 Hemicelulose (HE)	23
4.1.5 Cinzas	23
4.1.6 Fósforo	23
4.2 Altura da palma forrageira.....	24
4.3 Largura de cladódios.....	26
4.4 Comprimento de cladódios.....	28
4.5 Espessura de cladódios.....	30
4.6 Perímetro de cladódios.....	31
4.7 Área de cladódios.....	34
4.8 Produtividade da palma forrageira.....	36
4.9 Estimativa de água na palma forrageira.....	37
4.10 Análise econômica.....	38
5 CONCLUSÕES	40
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

LISTA DE FIGURAS

	Folha
Figura 1. Dados de precipitação pluvial do município de Assunção, no período do experimento – Fonte AESA PB (2010).....	13
Figura 2. Preparo da área experimental: gradagem, (a) e (b); sulcamento (c) e sulcos abertos para plantio da palma (d).....	15
Figura3. Layout da parcela plantada com palma forrageira com as dimensões e espaçamentos entre linhas.....	16
Figura 4. Adubação com esterco (a) e (b); farinha de osso (c) e (d); sistema de plantio em superposição de raquetes (e) e (f).....	17
Figuras 5. Valores médios de altura de planta da palma forrageira aos 180, 240, 300 e 360 dias após o plantio.....	25
Figura 6. Valores médios de largura de cladódio (LC) da palma forrageira aos 180, 240, 300 e 360 dias após o plantio para os diferentes tratamentos.....	27
Figura 7. Valores médios de comprimento de cladódio (CC) da palma forrageira aos 180, 240, 300 e 360 dias após o plantio para os diferentes tratamentos.....	29
Figura 8. Valores médios de Espessura de Cladódio (EC) da palma forrageira aos 180, 240, 300 e 360 dias após o plantio.....	31
Figura 9. Valores médios de perímetro de cladódio (PC) da palma forrageira aos 180, 240, 300 e 360 dias após o plantio.....	32
Figura 10. Relação perímetro com largura e comprimento de cladódio.....	33
Figura 11. Valores médios de área de cladódios (AC), de palma forrageira, determinação por planímetro mecânico, aos 365 dias após o plantio.....	35
Figura 12. Produtividade da palma forrageira t MV ha ⁻¹ (Tonelada de matéria verde por hectare).....	36

LISTA DE TABELAS

	Folha
Tabela 1. Atributos químicos e físicos do solo da área experimental.....	14
Tabela 2. Composição química dos esterco de caprino e bovino utilizados no ensaio.....	14
Tabela 3. Distribuição dos tratamentos da unidade experimental e quantidades de adubos orgânicos aplicados.....	18
Tabela 4. Esquema de análise de variância do experimento.....	20
Tabela 5. Médias dos teores de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, hemicelulose, cinza e fósforo da palma forrageira.....	21
Tabela 6. Análise de variância do teor de fósforo (P) na matéria seca da palma forrageira.....	24
Tabela 7. Resultados da análise de variância para altura de planta (AP) da palma submetida à adubação com esterco bovino e esterco caprino, no período de 180 a 360 DAP.....	25
Tabela 8. Dados referentes à largura de cladódio da palma forrageira, em cm, mensurados aos 180, 240, 300 e 360 DAP.....	26
Tabela 9. Análise de variância para comprimento de cladódios (CC) da palma forrageira submetida aos tratamentos adubados com esterco, no período de 180 a 360 DAP.....	28
Tabela 10. Análise de variância para espessura de cladódios da palma forrageira obtidos com as mensurações aos 180, 240, 300 e 360 DAP.....	30
Tabela 11. Análise de variância dos dados de perímetro de cladódios da palma forrageira, mensurados aos 180, 240, 300 a 360 DAP.....	32
Tabela 12. Resultado da análise de variância dos dados referentes á áreas de cladódios (AC), em cm ² , da palma forrageira.....	34
Tabela 13. Análise de variância dos dados da produtividade de biomassa da palma forrageira submetida à adubação com esterco caprino e bovino.....	36
Tabela 14. Quantidade de água em um hectare de palma por tratamento utilizando esterco caprino e bovino.....	37
Tabela 15. Custos de Implantação de um hectare de palma forrageira adensada (Sistema com superposição de raquetes).....	38

Tabela16. Estimativa de custos de produção de palma forrageira plantada em quatro espaçamentos distintos.....	39
Tabela 17. Estimativa de custo (R\$) de produção de uma tonelada de matéria verde (t MV) de palma forrageira.....	39

GOMES, Josemberg Batista. **Adubação Orgânica na Produção de Palma Forrageira (*Opuntia ficus-indica* (L) Mill.) no Cariri Paraibano.** Patos, PB: UFCG, 2011. 41 f. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia – Sistemas Agrosilvipastoris no Semiárido).

RESUMO

Esta pesquisa objetivou avaliar o desenvolvimento vegetativo e a produtividade da palma forrageira adensada, bem como o seu potencial nutritivo, quando submetida a níveis distintos de adubação com esterco de caprino e de bovino. O experimento foi conduzido em condições de campo, em uma área de 1008 m², na propriedade Fazenda Cajazeiras, localizada no município de Assunção – PB, com altitude de 615 metros, Latitude 07°02'54"S e Longitude 36°43'29"W. O solo da área experimental é um Planossolo de textura arenosa e profundidade média de dois metros. O delineamento estatístico utilizado no experimento foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram arranjados aleatoriamente e distribuídos da seguinte forma: T1 – sem esterco; T2 – 30 t ha⁻¹ de esterco de caprino; T3 – 60 t ha⁻¹ de esterco de caprino, T4 – 15 t ha⁻¹ de esterco de caprino e 15 t ha⁻¹ esterco de bovino, T5 – 30 t ha⁻¹ de esterco de bovino, T6 – 60 t ha⁻¹ de esterco de bovino e T7 – 30 t ha⁻¹ de esterco de caprino e 30 t ha⁻¹ esterco de bovino. Como fonte de fósforo utilizou-se 450 kg ha⁻¹ de farinha de osso autoclavada, constante em fundação. Os parâmetros de composição química e bromatológica da palma analisados foram teor de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, hemicelulose, cinza e fósforo. Aos 180, 240, 300 e 360 dias após o plantio (DAP), foram mensurados altura de planta, largura, comprimento, espessura e perímetro de cladódios. Também se determinou a área de cladódio e a produtividade, aos 365 DAP. Tanto a composição química quanto área de cladódio não apresentaram efeitos significativos ($p \geq 0,05$), quando submetidos aos tratamentos com esterco. Ao se aplicar o teste F observou-se que nos resultados de altura de planta, largura, comprimento, espessura e perímetro de cladódios todos apresentaram efeito significativo na última avaliação. A produtividade máxima de matéria verde foi de 174,69 t ha⁻¹, com efeito significativo ($p < 0,05$) para produtividade em função dos tratamentos aplicados. Portanto, conclui-se que, mesmo sem apresentar efeito significativo no potencial nutritivo, houve melhoria na qualidade da palma forrageira e que o seu cultivo, no modo adensado é economicamente viável, nas condições desta pesquisa.

Palavras-chave: esterco caprino, farinha de osso, cactácea, semiárido da Paraíba.

GOMES, Josemberg Batista. **Organic fertilization on the production of Forage Cactus (*Opuntia ficus-indica* (L) Mill.) in the Cariri Paraibano.** Patos, PB: UFCG, 2011. 41 f. (Disertation – Masters Degree in Zootechny - agrosilvopastoral system in the semiarid)

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the vegetative development and the productivity of the dense sowed forage cactus, as well as its nutritional potential, when submitted to different levels of fertilization with caprine and bovine manure. The experiment was carried out through field tests in an area of 1008 m² at Cajazeiras Farm in the municipality of Assunção-PB, with altitude of 615 meters, Latitude 07°02'54"S and Longitude 36°43'29"W. The soil from the experimental area is the planosolic one with sandy surface and average depth of two meters. The statistic design used in the experiment was randomized blocks with four repetitions. The treatments were randomly arranged and distributes in the following way: T1 – without manure; T2 - 30 t ha⁻¹ of caprine manure; T3 – 60 t ha⁻¹ of caprine manure, T4 – 15 t ha⁻¹ of caprine manure and 15 t ha⁻¹ of bovine manure, , T5 – 30 t ha⁻¹ of bovine manure, T6 – 60 t ha⁻¹ of bovine manure and T7 – 30 t of ha⁻¹ caprine manure and 30 t ha⁻¹ of bovine manure. As a source of phosphorus was used 450 kg of ha⁻¹ of steamed bone meal constant in foundation. The parameters of chemical and bromatological composition of the analyzed cactus were: level of dry matter, crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, hemicelulose, ashes and phosphorus. At 180, 240, 300 and 360 days after out planting (DAP), plant height, width, length, thickness and cladode perimeter. It was also determined the cladode area and productivity at 365 days after out planting. The chemical composition as much as the cladode area did not show any significant effect ($p \geq 0,05$) when submitted to the treatment with manure. When test F was applied, it was observed that the results of the plant height, width, length, thickness and cladode perimeter all presented a relevant effect on the last evaluation. Maximum productivity of green matter was 174,69 t ha⁻¹ with significant effect on productivity due to the applied treatments. Therefore, it was concluded that, even without presenting significant effect on the nutritious potential, there has been an improvement on the quality of the cactus and its crop, highlighting that the dense sowed forage cactus is economically viable, on the conditions of this research.

Key words: caprine manure, steamed bone meal, cactaceae, semiarid of Paraiba.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país com grande diversidade climática, com uma faixa de Semiárido que representa 11,33% do território brasileiro, ou seja, 969.589,4 km², correspondendo a 60% da região Nordeste. (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO, 2005). A ocorrência de constantes secas, e muitas vezes por longos períodos, provoca catástrofes sociais e danos irreparáveis à economia da região, principalmente pela desestruturação da agricultura comprometendo a produção de alimento e da pecuária, pela falta de forragem para os animais.

O baixo nível de conhecimento do agropecuarista em relação às estratégias de convivência com os recursos disponíveis na região, agravado pelo uso intensivo dos solos afetando drasticamente suas propriedades físicas e químicas, tornando-os improdutivos, tem como conseqüências a redução da produção de alimento e do rebanho. Diante disso, torna-se cada vez mais necessário a utilização dos recursos forrageiros disponíveis na região.

A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* (L) Mill) é vista como um recurso forrageiro disponível e de grande expressividade no semiárido brasileiro. Essa cactácea apesar de ser originária da América do Norte, mais precisamente do México, onde é explorada para os mais diferentes usos, tem o Brasil como um dos maiores produtores do mundo, com área cultivada em torno de 550.000 ha (ARAÚJO et al., 2005). Todavia é no Nordeste brasileiro, pelas suas características climáticas peculiares, que se encontram as maiores áreas plantadas com palma.

Essa cactácea aparece neste contexto como uma alternativa de cultivo, adaptada ao clima semiárido por ser uma cultura com mecanismo fisiológico especial no que se refere à absorção, aproveitamento e perda de água. A sua importância, como reserva forrageira, é significativa na sustentabilidade da pecuária regional, segmento fortemente atingido pela pequena oferta de alimentos no período mais seco. Essa planta de múltiplos usos pode se tornar uma alternativa econômica para a região, devido a variedade de produtos e subprodutos que dela se pode extrair.

Na Paraíba, a pecuária tem grande importância econômica e social, apesar do baixo desempenho produtivo, notadamente no semiárido do Estado, em face da escassez de alimentos e de plantas forrageiras de qualidade, pois têm seus ciclos quebrados principalmente nos períodos de seca. Portanto, a palma forrageira, uma planta totalmente adaptada a essa região, desponta favoravelmente como uma das melhores alternativas de suporte forrageiro, capaz de atender total ou parcialmente as necessidades dos rebanhos ruminantes do Estado.

A exploração de plantas que possam ser utilizadas como forrageira para alimentação animal, a busca pelo aumento na produtividade dessas culturas, através de mecanismos tecnológicos que as torne viável economicamente e permita a sustentabilidade da pecuária, são fatores determinantes para toda região semiárida brasileira

O espaçamento de plantio na cultura da palma forrageira tem importância no seu sistema de produção. O seu efeito na absorção da luz solar, eficiência fotossintética e em outros fatores de produção, influi no desenvolvimento e produtividade da cultura. A prática do plantio adensado tem contribuído para o manejo racional na exploração desta cactácea.

Por ser uma cultura relativamente exigente em nutrientes, a adubação da palma forrageira pode ser orgânica e/ou mineral. Em caso de se optar pela adubação orgânica, pode ser utilizado esterco bovino e/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 (IPA, 2006).

Todavia, faz-se necessário as práticas da adubação e o adensamento dos cultivos agrícolas, principalmente, nas pequenas propriedades, visando a melhor utilização do recurso solo. O uso de recursos disponíveis na propriedade como estercos, em níveis compatíveis com as exigências do solo, pode ser de extrema importância para a minimização ou solução destes problemas.

O estudo teve como objetivo avaliar o desenvolvimento vegetativo e a produtividade da palma forrageira adensada, bem como o seu potencial nutritivo, quando submetida a níveis distintos de adubação com estercos de caprino e de bovino.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura da palma forrageira (*Opuntia ficus – indica* (L) Mill)

A palma forrageira pertence à Divisão: Embryophyta, subdivisão: Angiospermea, classe: Dicotyledoneae, subclasse: Archiclamideae, ordem: Opuntiales e família das Cactáceas. Nessa família, existem 178 gêneros com cerca de 2.000 espécies conhecidas. (SILVA; SANTOS, 2006).

Dentre as plantas CAM, destaca-se a palma (*Opuntia ficus-indica*), pois além dos atributos fisiológicos citados, ela também apresenta elevada produtividade e qualidade alimentícia para ruminantes, tendo despontado como um dos mais importantes recursos forrageiros para alimentação dos animais durante o longo período de seca do ano. Ademais, constitui-se como um dos principais alimentos utilizados nas bacias leiteiras do Nordeste brasileiro (CARVALHO FILHO, 1999).

A palma forrageira, pertence à família *Cactaceae* e está presente em todos os continentes com diversas finalidades, entre elas na alimentação animal e humana. Podendo também ser utilizada como energia, na medicina e como cosmético (HOFFMANN, 1995). É uma cultura detentora de grande potencial, capaz de contribuir positivamente na viabilidade econômica das pequenas e médias propriedades, notadamente na alimentação dos rebanhos (GALINDO et al., 2005).

A palma forrageira tem sido largamente utilizada no Nordeste e vem sendo cultivada, há várias décadas, por possibilitar a alimentação animal em períodos críticos e ter características morfofisiológicas (metabolismo fotossintético MAC – Metabolismo Ácido das Crassuláceas, estômatos distribuídos uniformemente, entre outros), que a torna tolerante a longas estiagens (BISPO et al., 2007).

Uma das principais características da palma é que seu processo fotossintético se realiza pelos cladódios e devido à forma plana destes a captação da luz depende principalmente, da orientação que tenham durante o plantio (VILLEGAS MONTER; BARRIENTOS PÉREZ, 1981). Provavelmente, a maior radiação solar recebida leva a um incremento de matéria seca, o que indica que a luminosidade pode limitar a produção da palma (BECERRA-RODRIGUEZ, 1975).

A palma apresenta baixo índice de área de cladódio (IAC), o que pode limitar o crescimento e favorecer a incidência de plantas daninhas. Este baixo IAC pode ser

parcialmente atenuado por uma maior densidade de plantas ou por colheitas menos freqüentes, com a conservação de maior número de cladódios (FARIAS et al., 2000).

A palma é uma cultura de elevado potencial de produção e, para expressar esse potencial necessita de adubação, controle de plantas daninhas e densidade de plantio adequada, podendo a produção de matéria seca variar de 12 a 47 toneladas a cada dois anos (NASCIMENTO et al., 2002).

Oliveira et al., (2010) consideram que o cultivo da palma forrageira no semiárido brasileiro é uma importante ferramenta na sustentabilidade da pecuária regional. Assim como as outras culturas, a palma forrageira alcança elevada produtividade quando manejada racionalmente, tais como: correção e adubação do solo, densidade de plantio adequado, controle de plantas daninhas e manejo correto da colheita. A diversificação de uso desta planta, dela se obtendo vários produtos e subprodutos, representam uma opção de renda para os habitantes das regiões áridas e semiáridas.

2.2 Importância econômica da palma forrageira

A grande limitação da pecuária no semiárido brasileiro é a falta de forragem na época seca. Os pastos implantados são mais produtivos que os nativos, mas têm o mesmo problema de sazonalidade da produção, às vezes até de forma mais grave que estes pela menor diversidade de espécies. Como suprimentos para a época seca, são plantados gramíneas diversas, geralmente de corte, nas várzeas e locais mais úmidos, por vezes até com irrigação, e são feitos plantios de palma, geralmente em encostas com solos férteis e em topos do cristalino, para uso como reserva forrageira. A palma adiciona diversidade à produção de forragem, contribuindo para maior sustentabilidade da pecuária (MENEZES; SAMPAIO, 2000).

A palma é um alimento de grande importância para os rebanhos, notadamente nos períodos de estiagens prolongadas, pois além de fornecer um alimento verde, supre grande parte das necessidades de água dos animais na época de escassez (SANTOS et al., 2006).

A palma forrageira apresenta limitações quanto ao valor protéico e de fibra, não conseguindo assim atender as necessidades nutricionais do rebanho. Então, torna-se necessário o uso de alimentos volumosos e fontes protéicas. Segundo Albuquerque et al. (2002), animais alimentados com quantidades elevadas de palma, comumente, apresentam distúrbios digestivos (diarréia), o que, provavelmente, está associado à baixa quantidade de

fibra dessa forrageira. Daí a importância de complementá-la com volumosos ricos em fibra, a exemplo de silagens, fenos e capins secos.

A palma forrageira apresenta baixo conteúdo de matéria seca, quando comparada à maioria das forrageiras. Este aspecto compromete o atendimento das necessidades de matéria seca 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 ressaltar 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).

Segundo Silva et al., (1997) um fator importante da palma, é que diferentemente de outras forragens, apresenta alta taxa de digestão ruminal, sendo a matéria seca degradada extensa e rapidamente, favorecendo maior taxa de passagem e, conseqüentemente, consumo semelhante ao dos concentrados. A palma frequentemente representa a maior parte do alimento fornecido aos animais durante o período de estiagem nas regiões do semi-árido nordestino, o que é justificado pelas seguintes qualidades: a) rica em água, mucilagem e resíduo mineral; b) apresenta alto coeficiente de digestibilidade da matéria seca e c) alta produtividade.

2.3 Influência do método de plantio e do espaçamento na cultura da palma forrageira

O plantio da palma usualmente é realizado no terço final do período seco, pois ao iniciar o período chuvoso os campos já devem estar implantados, evitando-se desta forma, a necrose das raquetes que, plantadas na estação chuvosa, com alto teor de água e em contato com o solo úmido, fenecem, devido à contaminação por fungos e bactérias diminuindo muito a pega (SANTOS et al., 2002). Ainda para esses autores, na ocasião do plantio a posição do artícolo, que é um cladódio, também chamado de raquete e de “folha” pelo produtor, pode ser inclinada ou vertical dentro da cova, com a parte cortada da articulação voltada para o solo, observando a posição da menor largura do artícolo. Quando se pretende fazer cortes a cada dois anos e obter maior produção o espaçamento irá depender do sistema adotado pelo produtor.

Para Farias et al. (2005), na definição do sistema de plantio de um palmal, o espaçamento utilizado é muito importante em virtude da sua relação direta com a interceptação

de luz pela cultura. Este é variável em função da fertilidade do solo, volume das chuvas, objetivo da exploração e se o cultivo for solteiro ou consorciado. Técnicas como espaçamento de plantio, manejo de colheita e adubação são tidas como de grande influência na produtividade da cultura (ALVES et al., 2007).

Espaçamentos mais adensados estão sendo muito utilizados e nesses ocorre uma maior extração de nutrientes do solo (TELES et al., 2004).

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

Ruiz-Espinoza et al. (2008), pesquisando o comportamento de cinco cultivares de *Opuntia ficus-indica* em solo mexicano, verificaram que o plantio adensado resultou em um significativo aumento de produtividade, tanto em matéria verde quanto em matéria 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.

Atualmente a tendência entre os agricultores mais receptíveis 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 (ARAÚJO FILHO, 2000).

No caso do plantio em espaçamento adensado (1,0 m x 0,25 m) são necessários 40.000 cladódios para se implantar um hectare com a cultura. Este número elevado de cladódios inviabiliza ou atrasa a operação, muitas vezes, em virtude da dificuldade em disponibilizar material de plantio suficiente para os produtores interessados. No entanto, o sistema convencional de propagação da palma é lento, dificultando também o lançamento de novas cultivares (VASCONCELOS et al., 2007).

A palma forrageira tende a reduzir o tamanho dos cladódios devido ao incremento na densidade, como uma resposta na diminuição de sua taxa de assimilação (VERHAGEN et al., 1963). Barrientos e Flores (1969) confirmam à medida que aumenta a densidade de plantação de palma, o tamanho e o peso dos cladódios diminuem e, em geral, essa diminuição no peso dos cladódios é maior em altos níveis de população.

Oliveira Jr., et al. (2009), estudando crescimento vegetativo da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*) em função do espaçamento no semiárido paraibano relataram que a variação da área de cladódio ao longo do tempo depende das condições edafoclimáticas, do cultivar e da densidade populacional, entre outros fatores. Geralmente, a área de cladódio aumenta até um máximo, decrescendo após algum tempo.

2.4 Os esterco na adubação da palma forrageira

Turco & Blume (1998) consideram a matéria orgânica do solo como um dos mais importantes indicadores da qualidade do solo, tendo em vista que é essencial nos processos produtivos e na diversidade biológica.

É indiscutível a importância e a necessidade dos adubos orgânicos tanto para a produtividade das culturas como para a qualidade dos produtos obtidos, especialmente em solos com baixo teor de matéria orgânica. Os adubos orgânicos são considerados agentes condicionadores do solo, por melhorar as condições de cultivo, através da retenção de água e pelo aumento da disponibilidade de nutrientes em forma assimilável pelas raízes (FILGUEIRA, 1982; INGUE, 1984).

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. 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 (DUBEUX Jr.; SANTOS, 2005).

A adição de quantidade adequada de esterco bovino de boa qualidade ao solo pode suprir as necessidades das plantas em macronutrientes, sendo o potássio o nutriente que atinge valor mais elevado no solo devido ao uso contínuo (SANTOS e SANTOS, 2008). Entretanto, sua adição em quantidade desmedida pode causar efeito negativo às plantas, em condição de solo muito ácido e argiloso. Neste caso, pode aumentar os teores de nitrogênio e salinização do solo, pela possibilidade de elevação da condutividade elétrica, proporcionando desequilíbrio nutricional e, conseqüentemente afetando a produtividade da cultura (BRADY, 1979; BOTELHO et al., 2007).

No Nordeste Brasileiro, em especial no semiárido, a utilização de esterco caprino como fonte de nutriente para a cultura da palma forrageira não é comum, muito embora, se tenha na caprinocultura uma das principais fontes de renda da região. Isso é atribuído ao fato do agricultor e sua família, diante das suas necessidades e falta de conhecimento sobre a importância desse insumo para as plantas e também, por tradição, incrementarem a renda da família, com a venda do esterco produzido pelos animais. Práticas de manejo que visam a

adição de adubos orgânicos podem contribuir para conscientização da importância da matéria orgânica na produção agrícola (MELO et al., 2009).

A incorporação ao solo de materiais orgânicos afeta a dinâmica populacional dos microorganismos e também a disponibilidade de alguns nutrientes, em especial o nitrogênio. Materiais que contêm alta concentração de carbono, mas pouco nitrogênio, ou seja, alta relação C/N, em geral são lentamente mineralizados e causa deficiência de nitrogênio às plantas. Neste caso, os microorganismos absorvem grande parte do N disponível, o qual só volta a ser disponibilizado às plantas após a decomposição do material adicionado (MIELNICZUK, 1999; GARRIDO et al., 2008).

Souza, (1966), relata que adubando um palmar apenas com esterco, pode-se aumentar o volume de produção e o número de anos de colheita. Já Fabrègues (1966), comenta que apesar da rusticidade das palmas forrageiras, estas cactáceas respondem fortemente à adubação orgânica e química.

Souto et al. (2005), estudando a decomposição de esterco dispostos em diferentes profundidades em área degradada no semiárido da Paraíba, observaram que apesar de ter uma relação C/N maior que os esterco caprino (21,6) e ovino (24,2), o esterco bovino (27,1) foi o que apresentou maior taxa de decomposição. Isso pode ser atribuído, provavelmente, à sua estrutura que favorece o ataque dos microorganismos. Já os esterco caprino e ovino, que estão na forma de "cíbalas", graças a uma membrana que os reveste, secam após serem excretados; todavia, ficaram muito duros, quando secos em estufa, contribuindo, provavelmente, para uma maior resistência à decomposição. Quando úmidas, as cíbalas ficam túrgidas e macias, favorecendo, assim, a atividade dos microorganismos. Essas observações são confirmadas por Petersen et al. (1998), ao afirmarem que a estrutura dos esterco influencia a magnitude e a direção da atividade de biodegradação.

Para Hoffman (2001), os benefícios no uso de esterco animais podem ser assim elencados: melhorias nas propriedades físicas do solo e no fornecimento de nutrientes; aumento no teor de matéria orgânica, melhorando a infiltração da água como também aumentando a capacidade de troca de cátions.

Conforme Ernani e Gianello (1983) e Rheinheimer et al. (2000), a composição do esterco bovino possui de 30 a 58% de matéria orgânica; 0,3 a 2,9% de N; 0,2 a 2,4% de P_2O_5 ; 0,1 a 4,2 de K_2O e relação C/N de 18 a 32%. Estes valores são considerados como meio de cultura razoável para a produção bacteriana, no sentido de elevar a quantidade de bactérias do solo, a princípio, julgava-se que este aumento era devido à fauna microbiana presente no esterco, no entanto, ficou confirmado que, mesmo se adicionando ao solo esterco esterilizado

sem microorganismos vivos, obtinha-se um incremento considerável da população microbiana.

A adubação pode 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 (IPA, 2006).

Santos et al. (1996) trabalhando no Agreste semiárido 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, chegaram a 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 química, proporcionou as maiores produções de matéria seca de artigos de palma. Estes autores concluíram ainda que a adubação orgânica bienal, com 10 Mg/ha de esterco bovino, foi superior à adubação química com 50-50-50 kg/ha/ano de N, P₂O₅ e K₂O na produção de matéria seca, proteína bruta, fósforo e cálcio da palma.

Viana et al. (2008) ao avaliarem o IAC (índice de área de cladódios) de oito variedades de palma forrageira, aos 1000 DAP, com adubação orgânica e mineral, no semiárido paraibano, encontraram aumento significativo para área de cladódio (AC) em resposta à adubação, sendo que a adubação orgânica proporcionou maior AC (269,04 cm²) do que a adubação mineral (266,04 cm²), enquanto que a adubação organo-mineral superou as duas anteriores (280,66 cm²).

2.5 Farinha de osso como fonte natural de fósforo

Uma das fontes alternativas de fósforo para a palma forrageira é a farinha de osso. Para Cavallaro (2006) a farinha de osso é um fertilizante fosfatado insolúvel em água, porém solúvel em ácidos fracos (ácido cítrico e citrato neutro de amônio), liberando o fósforo mais lentamente, diminuindo, desta forma, a sua fixação no solo.

Pires et al. (2008), comparando o efeito de diferentes fontes de adubos orgânicos com os da adubação mineral tradicional na cultura do maracujazeiro, observaram que nas camadas superiores, exceto para o tratamento com farinha de ossos e de carne, todos os adubos orgânicos promoveram acréscimo no valor total da soma de bases do solo, em comparação com o tratamento mineral e que os teores de P nos tratamentos adubados com torta de filtro, com e sem cobertura morta, e com farinha de ossos e de carne, apresentaram-se superiores ao tratamento com adubo mineral na camada superficial, não sendo observado tal fato em

maiores profundidades. As diferenças observadas foram muito altas - 321 % a mais de P no solo adubado com farinha de ossos e carne e em média 179 % a mais de P no solo adubado com torta de filtro. Os autores creditam esta superioridade, ao fato de a torta de filtro e principalmente a farinha de ossos e de carne apresentarem em suas composições teores elevados desse nutriente.

2.6 Composição química da palma forrageira

A composição química da palma forrageira é variável com a espécie, idade dos artículos e época do ano e, independente do gênero, ela apresenta baixos teores de matéria seca ($11,69 \pm 2,56\%$), proteína bruta ($4,81 \pm 1,16\%$), fibra em detergente neutro ($26,79 \pm 5,07\%$), fibra em detergente ácido ($18,85 \pm 3,17\%$) e teores consideráveis de matéria mineral ($12,04 \pm 4,7\%$) (SANTOS, 1992; FERREIRA et al., 2003).

Melo (2002), pesquisando a substituição parcial do farelo de soja por uréia e palma forrageira – Gigante, em dietas para vacas leiteiras, observou que a palma apresentava percentuais de 10,7 MS; 5,0 PB; 25,3 FDN; 21,7 FDA e 14,2 de MM na sua composição química bromatológica.

Araújo (2002), por sua vez, estudando a substituição do milho por palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill e *Nopalea cochenillifera* salm-Dyck) em dietas completas para vacas em lactação encontrou na palma gigante valores de 4,5 de PB; 7,6 de MS; 10,2 de MM; 27,6 de FDN e 17,9 FDA na sua composição química.

A palma forrageira apresenta limitações em relação ao teor de proteína e fibra, porém, elevado teor de minerais. Sua composição química varia conforme a espécie, cultivar, idade da planta e do cladódio, adubação, espaçamento e época do ano (TELES et al., 2004).

O conteúdo protéico da palma forrageira é considerado baixo, uma vez que para o crescimento e desenvolvimento de microrganismos ruminais responsáveis pela degradação dos nutrientes oriundos da fração fibrosa da forragem, a dieta do animal deve conter níveis em torno de 6% a 7% de proteína bruta (REIS et al., 2004).

Na palma forrageira, o teor de proteína bruta pode variar significativamente entre variedades e espécies e é geralmente influenciado pela idade do cladódio. FUENTES (1991) em pesquisa realizada no norte do México observou uma variação ampla nos teores de proteína bruta de seis espécies de *Opuntia*, sendo os percentuais mais baixos observados em *O. rastrera* (2,8%) e os mais elevados em *Opuntia ficus-indica* registrando valores de 5,1%. FARIAS et al. (2000) observaram um percentual médio de proteína bruta igual a 4,6.

Bispo et al. (2007) relatam que a palma forrageira apresenta alta taxa de digestão ruminal, sendo a matéria seca degradada de forma extensa e rápida, favorecendo maior taxa de passagem no rúmen.

Segundo Santos et al. (2005), esta forrageira apresenta também 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 é um alimento volumoso utilizado nas épocas críticas do ano como 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 protéicos à dieta, permite produção elevada no período da estação seca (ÀVILA, 1981; MAIA NETO, 2003 e PEIXOTO et al., 2006).

2.7. Produtividade da palma forrageira

A produtividade média da palma pode ser estimada em torno de 80 toneladas de matéria verde/ha x corte, com valores superiores a 200 t/ha x corte quando do uso de adubações. O uso do esterco deve ser feito a cada dois anos, na dose de cerca de 2 (duas) t/ha, enquanto que, em termos de adubação mineral, é recomendada a fórmula 90-60-00 kg/ha de N-P-K (ALBUQUERQUE, 2000).

Em levantamento da produtividade da palma forrageira em 50 propriedades, Menezes et al. (2005) determinaram para as cinco cultivares menos produtivas 1,8 t de MS/ha/ano e para as cinco mais produtivas 17,0 t de MS/ha/ano. Para isso, tomaram por base a composição, nutrientes extraídos pela palma e no nível de produtividade dessas variedades. Os autores consideraram que os teores médios de nutrientes na matéria seca da palma são iguais a 6,6; 1,2 e 22,9 g/kg para N, P e K, respectivamente, enquanto que os teores médios no esterco bovino são iguais a 10, 0,7 e 23 g/kg, respectivamente. Deste modo, serão necessários 66, 17, e 100 kg de esterco seco para repor o N, P e K retirados do solo com a colheita de cada tonelada de palma *in natura*. Esses mesmos autores concluíram que devem ser aplicados, em média, 100 kg de esterco bovino para cada tonelada de matéria verde de palma colhida.

Araújo et al. (1974) estudando os efeitos da fonte e de seis níveis de adubação orgânica sobre a produção da palma gigante em Arcoverde-PE, observaram que a resposta ao esterco bovino foi superior à de caprinos, sendo a produção de matéria verde, para plantas recebendo esterco bovino e colhida a cada quatro anos de 109,4, 110,3, 126,7, 135,4, 164,4 e

163,9 t de MV ha⁻¹ aos níveis de 0, 5, 10, 15, 20 e 25 t ha⁻¹, respectivamente. Ocorreu aumento de produtividade até 20 t/ha de esterco, tendo ocorrido um ganho de produtividade de aproximadamente, 50% com este nível.

O nível de adubação é fator determinante na produção de matéria verde, MV, (Teles et al., 2002). Esses autores estudando os efeitos da adubação no crescimento da palma Gigante observaram que a deficiência de fósforo reduz o número total de cladódio/planta, sendo um fator limitante da capacidade produtiva e o acréscimo de nitrogênio promoveu aumento do número total de cladódio/planta.

Lima et al. (1974) em trabalho cujo objetivo era medir a produção de duas espécies de palma forrageira, a gigante e a miúda, submetidas a diferentes espaçamentos em dois municípios de Pernambuco, chegaram a conclusão que a palma gigante, com 109,2 e 101,0 Mg ha⁻¹ superou a palma miúda em produção de cladódios verdes, soma de três colheitas, com 82,9 e 73,7 Mg ha⁻¹ nos municípios de São Bento do Una e Arcoverde, respectivamente. No município de Arcoverde, o espaçamento não teve efeito sobre a produção, enquanto que em São Bento do Una, a produção cresceu linearmente quando se passou do espaçamento 2,0 x 1,0 m para o espaçamento 1,0 x 1,0 m e tendeu a se estabilizar quando passou deste último espaçamento para o de 1,0 x 0,67 m.

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 1,0 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 hectare 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 (ARAÚJO FILHO, 2000).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área de estudo

O experimento foi conduzido em condições de campo, na Fazenda Cajazeiras, localizada no município de Assunção – PB, numa altitude de 615 metros, Latitude 07°02'54"S e Longitude 36°43'29"W; compreendendo a microrregião do Cariri Ocidental. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen (1948), é do tipo BSh – semiárido, ou seja, quente e seco com precipitação pluvial bastante irregular. Na sede do município a temperatura e a precipitação pluvial média anual são de 25°C e 522 milímetros, respectivamente.

Os dados mensais de precipitação pluvial do Município de Assunção – PB, referente ao período de janeiro de 2009 a fevereiro 2010, época correspondente à condução do experimento, foram obtidos na Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA e estão apresentados na figura 1.

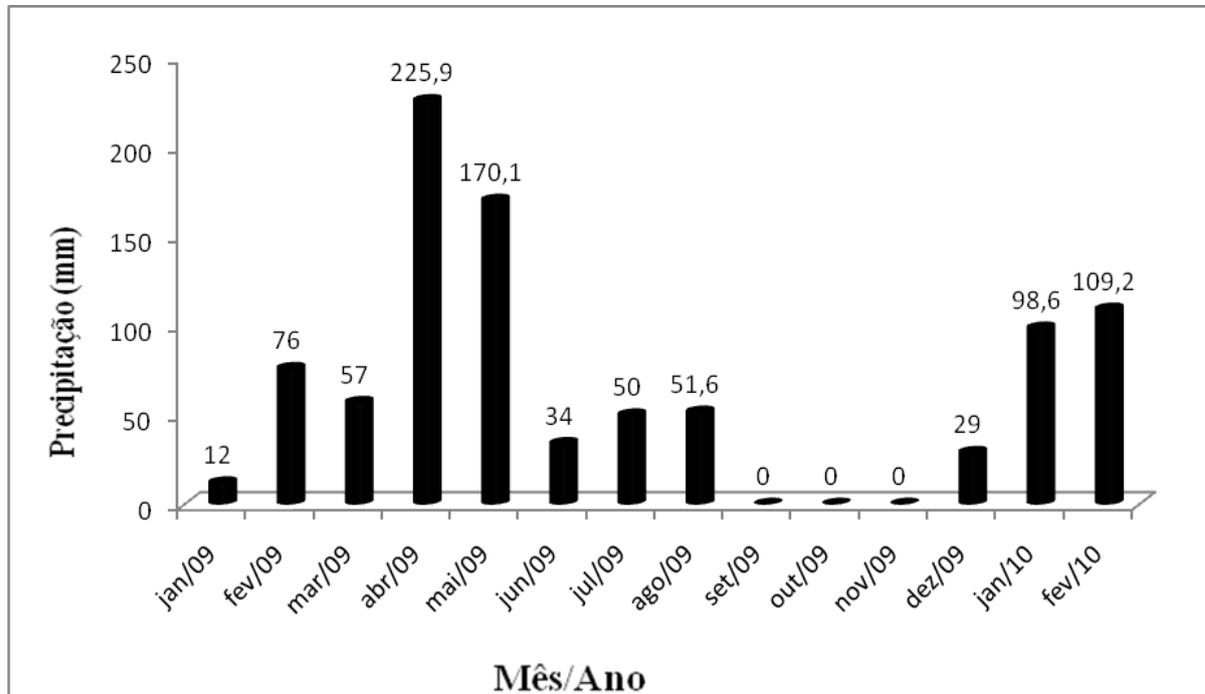


Figura 1. Dados de precipitação pluvial do município de Assunção, no período do experimento – Fonte AESA PB (2010).

3.2 Caracterização do solo: relevo, atributos físico e químicos e cobertura vegetal

A área utilizada corresponde a um Planossolo com textura arenosa e profundidade média de dois metros. A vegetação predominante é constituída por plantas arbustivas, espinhentas e caducifólias, características peculiares da caatinga hiperxerófila.

Os atributos químicos e físicos do solo da área experimental foram determinados de uma amostra composta, representada por 15 sub-amostras coletadas na profundidade de 0 a 20 cm e analisada no Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFCG (2009). O resultado da análise do solo é mostrado na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos químicos e físicos do solo da área experimental

Atributos Químicos												
Camada cm	pH _{H₂O} (1:2,5)	P mgdm ⁻³	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ⁺²	Na ⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	CTC	V %	M.O g.kg ⁻¹
0 -20	6,30	10,3	0,26	1,33	1,47	0,04	0,08	1,93	3,1	5,03	61,63	2,32

Atributos Físicos								
Camada cm	Areia	Silte g.kg ⁻¹	Argila	Densidade do solo	Densidade de partícula kg.m ⁻³	Porosidade Total m ³ .m ⁻³	Argila Natural g.kg ⁻¹	Classe Textural
0 -20	887	38	75	1,4	2,6	0,46	26	Arenosa

Dados do Laboratório de irrigação e salinidade da UFCG – Campina Grande – PB

3.3 Fonte de fósforo e esterco utilizados

No ensaio experimental foram utilizados como adubos a farinha de osso autoclavada como fonte de fósforo, contendo 15% de P, 33% de Ca e 90% de solubilidade do fósforo em ácido cítrico em sua composição, e os esterco bovino e caprino cuja composição química foi determinada no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo da UFPB, em Areia PB, e apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Composição química dos esterco de caprino e bovino utilizados no ensaio.

Esterco	pH _{H₂O} 1:2,5	P mgdm ⁻³	K ⁺	Ca ⁺² cmolc.dm ⁻³	Mg ⁺²	Na ⁺	N	C	M.O.	C/N
Bovino	9,40	404,84	6595,6	4,95	2,45	15,7	11,72	172,6	297,58	14,73
Caprino	8,44	550,99	88,37	8,55	4,85	0,21	9,32	137,1	236,43	14,71

Dados do Laboratório de Química e fertilidade do solo do CCA, UFPB – Areia PB.

3.4 Preparo da área experimental

O preparo da área experimental teve início com a limpeza, o destocamento e remoção das plantas arbustivas, em seguida, realizou-se uma gradagem com grade de arrasto. Posteriormente à demarcação das linhas de plantio, efetivou-se a abertura dos sulcos com cultivador (arado de aiveca), tracionado por trator, na profundidade de 0,25 m conforme mostra a figura 2.



Figura 2. Preparo da área experimental: gradagem, (a) e (b); sulcamento (c) e sulcos abertos para plantio da palma (d).

3.5 Instalação e condução do experimento

O ensaio experimental foi instalado em fevereiro de 2009, ocupando uma área de 1008 m² arranjados em 28 parcelas de 36 m², configuradas com 05 (cinco) linhas de 04 metros de comprimento, afastadas de 1,80 m entre si. A área útil da parcela, utilizada para coleta de

dados, compreende as três linhas centrais, segmentos de 3,0 m lineares, deixando-se bordadura de 0,50 m nas extremidades de cada linha, conforme destaca o layout (Figura 3).

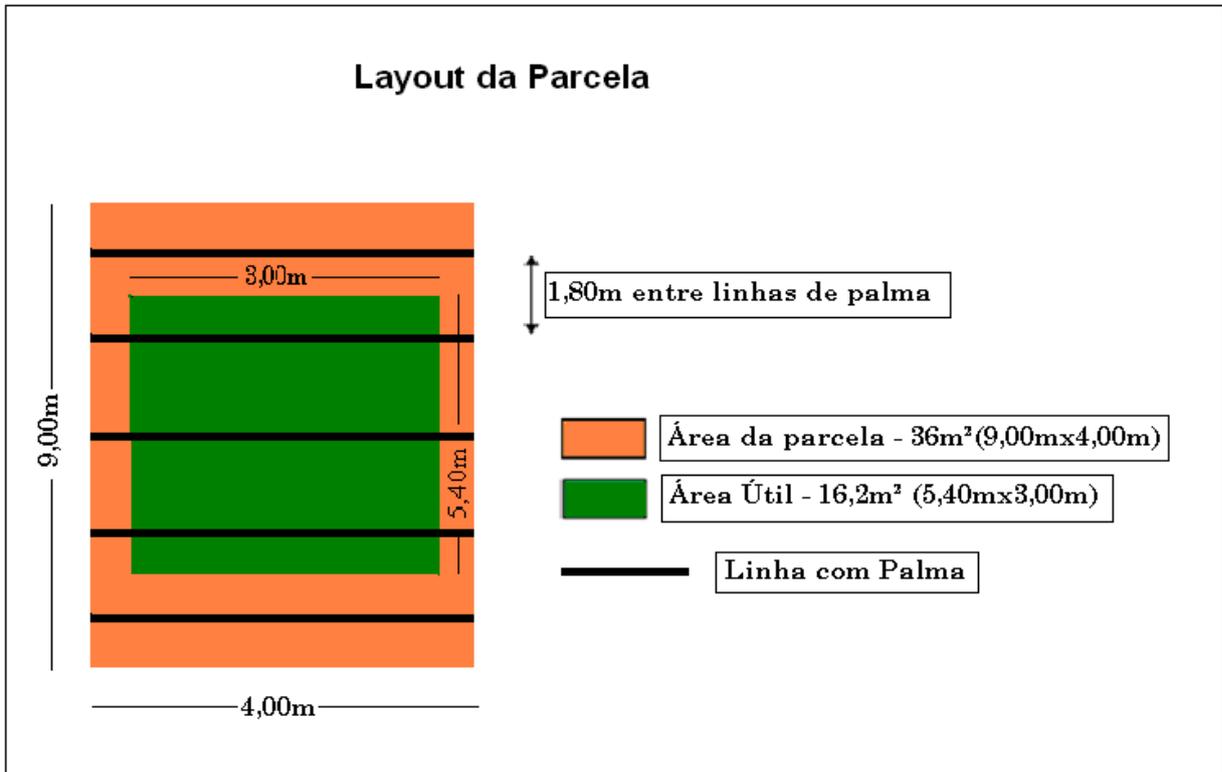


Figura 3. Layout da parcela plantada com palma forrageira com as dimensões e espaçamentos entre linhas.

Antes do plantio da palma forrageira, realizou-se o dimensionamento e a marcação das áreas das parcelas, em seguida foi realizada a adubação fosfatada, que teve como fonte a farinha de osso autoclavada, na quantidade de 450kg/ha.

Procedimento semelhante adotou-se para a adubação orgânica, em que se usou o esterco bovino e o esterco caprino, curtidos, aplicados de uma só vez, em fundação.

Foi utilizada para o estudo, a palma forrageira da espécie *Opuntia ficus indica* Mill, variedade gigante, oriunda do município de Juazeirinho PB. Antes do plantio, as raquetes/sementes foram submetidas a um repouso à sombra de vinte dias e, posteriormente, plantadas nos sulcos previamente abertos e enterradas até 1/3 do seu tamanho (Figura 4). O plantio foi realizado em condição de sequeiro, de modo adensado, no sistema de superposição de raquetes, com espaçamento de 1,80m x 0,10m, em parcelas com cinco linhas de 4 m de comprimento, num total de 200 raquetes por parcela.



Figura 4. Adubação com esterco (a) e (b); farinha de osso (c) e (d); sistema de plantio em superposição de raquetas (e) e (f).

Durante o período de desenvolvimento da palma forrageira, efetivaram-se todas as práticas agrícolas requeridas pela cultura. Com o intuito de manter o palmal isento de ervas daninhas, foram realizadas cinco capinas, com a enxada manual.

3.6 Distribuição dos tratamentos e delineamento experimental

O delineamento estatístico utilizado no experimento foi blocos casualizados, com quatro repetições. A distribuição dos tratamentos nas parcelas, nos blocos, obedeceu os critérios de aleatoriedade, através de sorteio. O esquema dos tratamentos utilizados no experimento é apresentado na tabela 3.

Tabela 3. Distribuição dos tratamentos da unidade experimental e quantidades de adubos orgânicos aplicados.

DISTRIBUIÇÃO DOS TRATAMENTOS	
T1	Sem Esterco
T2	30 t ha ⁻¹ de Esterco caprino
T3	60 t ha ⁻¹ de Esterco caprino
T4	15 t ha ⁻¹ de Esterco caprino e 15 t ha ⁻¹ de Esterco bovino
T5	30 t ha ⁻¹ de Esterco bovino
T6	60 t ha ⁻¹ de Esterco bovino
T7	30 t ha ⁻¹ de Esterco caprino e 30 t ha ⁻¹ de Esterco bovino

Como fonte de fósforo, utilizou-se 450 kg ha⁻¹ de farinha de osso autoclavada.

As quantidades de esterco, bem como a de farinha de osso autoclavada aplicados, basearam-se na análise de solo, conforme tabela 1.

3.7 Coleta de dados e parâmetros avaliados

Na avaliação do desenvolvimento vegetativo da palma forrageira, foram observados aspectos morfométricos dos cladódios e das plantas. As características analisadas nos cladódios foram largura, comprimento e perímetro, determinados com o auxílio de uma fita métrica, conforme Andrade et al. (2009). Com um paquímetro mecânico determinou-se a espessura de cladódio. Na planta, avaliou-se a altura, considerando-se desde o solo à extremidade mais alta do artícolo.

As mensurações foram efetuadas a cada sessenta dias, no período de 180 a 360 dias após o plantio (DAP), perfazendo um total de quatro medições por planta. Para as observações, considerou-se a área central do cladódio maduro, de nove plantas por parcela, previamente selecionadas.

A estimativa de área de foliar foi obtida aos doze meses após o plantio (MAP) de seis plantas, sorteadas, das nove pré-estabelecidas por parcela, das quais se utilizou artícol

maduros, que, depois de coletados, foram contornados em folha de papel, com caneta esférogáfica, para sua melhor representação, posteriormente, tiveram suas áreas obtidas por meio de um planímetro.

3.8 Composição química bromatológica da palma forrageira

Após o corte para avaliação morfométrica, as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Nutrição Animal da UFCG, em Patos. Os cladódios foram pesados em balança de precisão para se conhecer o peso da matéria verde e, após terem sido cortados em fatias finas, foram submetidos a uma pré secagem em estufa de ventilação forçada de ar, a 65° C, com a finalidade de se determinar o teor de matéria seca, conforme a metodologia proposta por Silva e Queiroz (2002).

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB), hemicelulose (HE) cinzas e fósforo (P) foram determinados na matéria seca, conforme metodologia de Silva (2007).

3.9 Determinação da produtividade de palma forrageira, em campo

A produtividade da palma forrageira foi estimada, diretamente em campo, um ano após o plantio. Para o procedimento, foram colhidas em cada tratamento, as plantas dispostas áreas úteis das parcelas. O corte das plantas foi realizado na primeira inserção, deixando apenas a planta mãe. Em seguida foi feita a pesagem, em balança de precisão, de todos os cladódios colhidos, separando-os por parcela.

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:

$$PMV_t \text{ ha}^{-1} \text{ ano} = \frac{PMV \text{ da Área Útil do Tratamento (kg)} \times 10m^2}{\text{Área Útil do Tratamento (m}^2\text{)}}$$

PMV = Peso de Matéria Verde

Área Útil do Tratamento = Σ das áreas úteis das parcelas.

3.10 Estimativa de água na palma forrageira

A quantidade de água ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$) existente em um hectare de palma foi estimada em função do teor matéria seca (MS) e a produtividade de matéria verde por hectare (t MV ha^{-1}) de cada tratamento, respectivamente.

3.11 Análise econômica

A análise econômica para implantação de um hectare de palma forrageira adensada, no sistema de superposição de raquetes e espaçamento de 1,80 m x 0,10 m., basearam-se no valor dos custos operacionais de cada alternativa técnica, observados na área experimental, dimensionada em $0,12 \text{ha}^{-1}$.

Para se determinar a viabilidade econômica da palma forrageira comparou-se o custo de produção da palma plantada em quatro espaçamentos diferentes, incluindo os valores estimados para um hectare plantado e a colheita realizada com um ano após o plantio, nos moldes da área experimental observando os preços corrigidos pelo salário mínimo (R\$ 545,00), vigente em maio de 2011, conforme metodologia de Santos (2006).

3.12 Análises estatística

As análises dos dados foram realizadas por meio do programa computacional Assistat 7.6 Beta (Sistema para Análise Estatística), desenvolvido pela Universidade Federal de Campina Grande (PB).

As médias dos tratamentos foram estatisticamente submetidas ao teste F, aos níveis de 1% e 5% de significância e ao teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. O esquema de análise de variância é apresentado na tabela 4.

Tabela 4. Esquema de análise de variância do experimento.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade
Tratamento	6
Bloco	3
Resíduo	18
TOTAL	27

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise química e bromatológica

A Tabela 5 mostra os resultados sumariados das análises químicas e bromatológicas da palma forrageira, com um ano após o plantio, submetida aos tratamentos com esterco, esboçando os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HE), cinzas e fósforo (P) os quais não apresentaram resultados não significativo para F ao nível de 5% de significância ($p \geq 0,05$), demonstrando não haver influência da adubação nas diferentes quantidades de esterco, bovino e caprino, para os parâmetros analisados.

Tabela 5. Médias dos teores de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, hemicelulose, cinza e fósforo da palma forrageira.

Fatores	Composição química (g kg ⁻¹)						
	MS	PB	FDN	FDA	HE	CINZA	FÓSFORO
Sem Esterco	77,9	57,9	298,2	145,8	152,3	122,1	1,63
30 t ha ⁻¹ Ec	91,0	65,9	321,7	199,8	121,9	123,7	1,97
60 t ha ⁻¹ Ec	83,1	59,6	286,3	142,6	144,5	119,1	2,25
15 t ha ⁻¹ Ec + 15 t ha ⁻¹ Eb	90,4	64,6	301,5	169,0	132,4	139,0	2,37
30t ha ⁻¹ Eb	94,4	80,2	284,0	168,3	111,9	131,1	2,44
60 t ha ⁻¹ Eb	89,9	74,6	284,5	163,7	117,6	121,8	2,51
30 t ha ⁻¹ E c + 30 t ha ⁻¹ Eb	93,0	82,9	287,7	171,7	127,6	139,4	2,06
Dms	18,78	36,40	47,16	64,01	79,11	39,26	00,97
CV%	9,085	26,111	16,528	6,850	13,183	22,468	19,116

dms = Diferença mínima significativa; Ec = Esterco caprino; Eb = Esterco bovino.

4.1.1 Matéria seca (MS)

Os teores de matéria seca da palma forrageira, embora não tendo sido observadas diferenças estatísticas significativas para os diferentes níveis de adubação com esterco caprino e bovino testados, estes apresentaram valores médios variando entre 83,1 e 94,4 g kg⁻¹,

superando o sem adubação que foi de 77,0 g Kg⁻¹. Observou-se que quando se elevou a quantidade de esterco bovino ou caprino de 30 t/ha⁻¹ para 60 t/ha⁻¹, ocorreu um decréscimo na quantidade de matéria seca (Tabela 5).

Resultado similar foi encontrado por Santos et al. (1996) no Agreste semiárido de Pernambuco, ao utilizar adubação orgânica e mineral e da calagem na produção e composição química da palma cultivar gigante, não observaram alterações nos teores de matéria seca e de proteína submetidos as adubações e/ou a calagem .

4.1.2 Proteína bruta (PB)

Para os teores de proteína bruta, a análise de variância não evidenciou diferença estatística, como é mostrado na tabela 5, comportamento semelhante ao ocorrido com a MS. Entretanto, foi observado que o valor médio de proteína bruta foi de 69,4 g kg⁻¹, valor próximo ao ideal para uma boa digestão de celulose no rumem dos animais, que é em torno de 70 g kg, conforme Silva e Leão (1979).

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 ± 1,16 g kg⁻¹), fibra em detergente ácido (18,85 ± 3,17 g kg⁻¹) e teores consideráveis de matéria mineral (12,04 ± 4,7 g kg⁻¹), resultados semelhantes aos encontrados nesta pesquisa.

4.1.3 Fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA)

Os resultados dos teores de FDN e FDA da palma forrageira para os diferentes tratamentos estão na tabela 5. Para estes dois parâmetros as adubações com esterco caprino e esterco bovino não exerceram influência significativa do ponto de vista estatístico, através do contraste de médias pelo teste F.

Resultados diferentes e imediatamente inferiores aos encontrados neste estudo, para FDN (276,0 g kg⁻¹) e valores superiores para FDA (179,0g kg⁻¹) foram evidenciados por Farias (2002), ao analisar a composição química bromatológica da palma forrageira – gigante. Entretanto, Melo (2002), pesquisando a substituição parcial do farelo de soja por uréia e palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill. Cv. Gigante) em dietas para vacas em lactação, encontrou valores médios de 253,0 e 217,0 g kg⁻¹ para FDN e FDA, respectivamente, valores estes, distintos dos observados nesta pesquisa, que foram de 294,8 g kg de FDN e 165,8 g kg⁻¹ de FDA.

Ao avaliar a palma forrageira plantada exposta ao sol, Albuquerque et al. (2002) e Andrade *et al.* (2002) relataram teores de 172,7g kg⁻¹ de FDN e de 200,5 g kg⁻¹ de FDA dados inferior e superior respectivamente, aos encontrados neste estudo.

4.1.4 Hemicelulose (HE)

A análise de variância (Tabela 5) mostra que as adubações com esterco não exerceram influência ($p \geq 0,05$) nos teores de hemicelulose da palma forrageira, apresentando valores máximo e mínimo de 144,5 e 111,9 g kg⁻¹, inferiores ao da testemunha (152,3 g kg⁻¹).

O teor médio de HE (129,8 g kg⁻¹), encontrado no presente estudo é superior ao encontrado por Tosto et al. (2007) que foi de 33,0 g kg⁻¹ de hemicelulose determinado na palma forrageira.

4.1.5 Cinza

Os teores de cinzas determinados na matéria seca não apresentaram diferença estatística significativa ao nível de 5% ($p \geq 0,05$), entre os tratamentos, quando aplicado o teste F da análise de variância (Tabela 5). Porém, analisando essa mesma tabela pode-se verificar que o teor médio de cinzas, entre os tratamentos foi de 12,80 g kg⁻¹ e que as maiores médias foram obtidas quando se interagiu esterco caprino e bovino no mesmo tratamento.

Avaliando a substituição do milho por palma forrageira em dietas completas para vacas em lactação, Araújo (2002) encontrou um teor de cinzas igual a 10,21 g kg⁻¹. Da mesma forma, Andrade (2001), estudando a associação da palma forrageira com silagem de sorgo, obteve um teor de resíduo mineral igual a 6,59 g kg⁻¹. Em ambos os estudos, foi verificado serem esses valores inferiores ao valor médio obtido na presente pesquisa que foi de 12,80 g kg⁻¹.

4.1.6 Fósforo

Os valores relativos ao teor de fósforo na matéria seca da palma forrageira submetida aos diferentes tratamentos, onde foram aplicados os esterco bovinos e caprinos estão distribuídos na análise de variância (Tabela 6), onde se observou que os tratamentos não promoveram efeito estatisticamente significativo, para esse elemento ($p \geq 0,05$), pelo teste F.

Tabela 6. Análise de variância do teor de fósforo (P) na matéria seca da palma forrageira.

Fonte de Variação	GL	Q.M.	F
Bloco	3	0,00584	1,1207 ^{ns}
Tratamento	6	0,02332	2,2390 ^{ns}
Resíduo	18	0,03125	
Total	27		

ns = não significativo ($p \geq 0,05$)

Todavia, ao ser aplicado o teste de Tukey (Tabela 5) constatou-se que os tratamentos com esterco bovino apesar de apresentarem médias superiores aos adubados somente com esterco caprino, estes por sua vez, não diferiram estatisticamente entre si nem da testemunha.

Os valores para teores de fósforo, nos tratamentos onde se aplicou esterco variaram de 1,97 a 2,51 g kg⁻¹, para os tratamentos sob adubação, com valor médio de fósforo de 2,18 g kg⁻¹, enquanto que a testemunha sem aplicação de esterco foi de 1,63 g kg⁻¹ de fósforo na palma forrageira.

Teles et al. (2004), estudando o efeito da adubação e do uso de nematicida na composição química da palma forrageira, encontraram valor médio entre os tratamentos de 1,70 g kg⁻¹ de P. Ainda de acordo com os mesmos autores, esse teor médio é semelhante ao encontrado por Mattos (2000) e superior às médias registradas por Santos (1992) e Gathaara et al. (1989), de 0,94 g kg⁻¹ e 0,50 g kg⁻¹ de fósforo, respectivamente. Resultados esses, inferiores à média observada no presente estudo, que foi de 2,18 g kg⁻¹.

4.2 Altura da palma forrageira

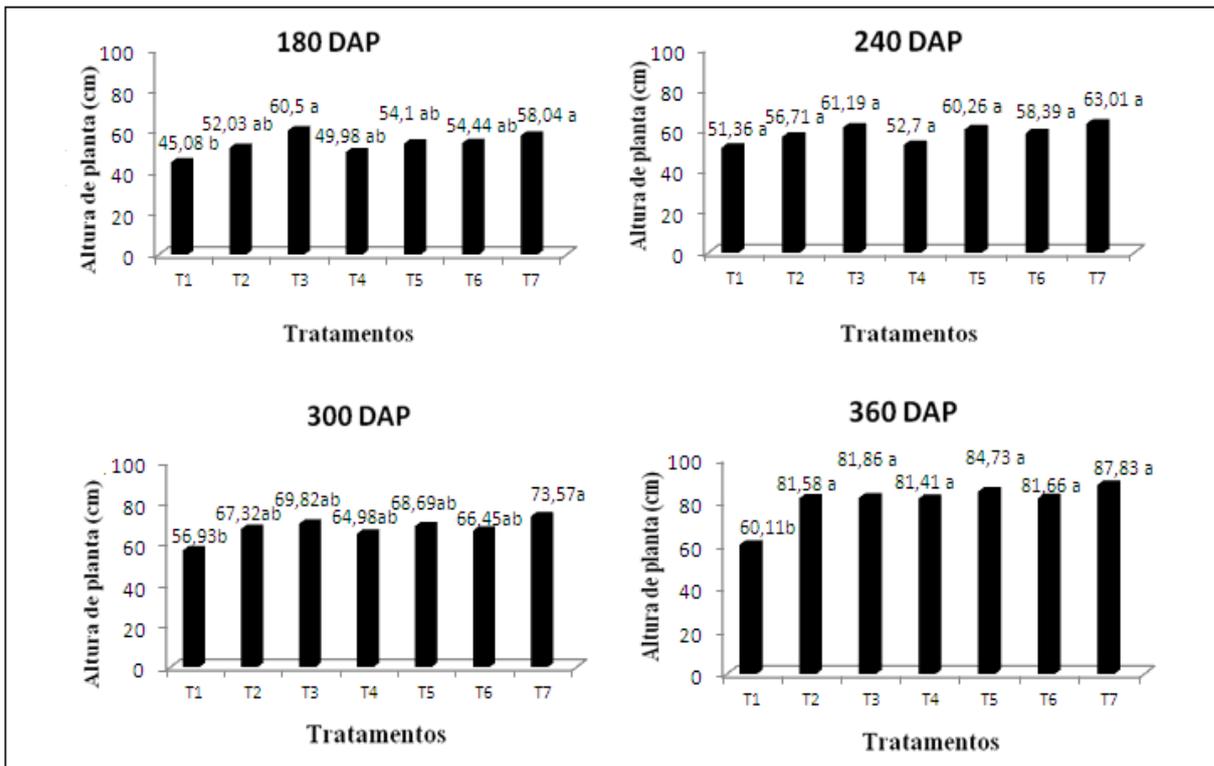
Ao ser aplicado o teste F, observou-se que apenas aos 240 DAP não houve diferença ($p \geq 0,05$) no crescimento em altura da palma. Para os outros períodos, 180, 300 e 360 DAP de observação, constataram-se efeito significativo aos níveis de 1% e 5% ($p < 0,05$ e $p \leq 0,01$) (Tabela 7).

Tabela 7. Resultados da análise de variância para altura de planta (AP) da palma submetida à adubação com esterco bovino e esterco caprino, no período de 180 a 360 DAP.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios			
		180 DAP	240 DAP	300 DAP	360 DAP
Blocos	3	96,956	60,827	75,205	501,390
Tratamento	6	104,135*	75,719 ^{ns}	106,396*	326,697**
Resíduo	18	30,568	45,121	44,569	63,623
TOTAL	27				
CV (%)		10,343	11,649	9,990	9,984

ns = não significativo ($p \geq 0,05$); (*) significativo a 5% de probabilidade ($p < 0,05$), pelo teste F. (***) significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$), pelo teste F.

Na figura 5 estão evidenciados os valores médios, em centímetros, de altura da palma (AP) forrageira submetida à adubação com esterco caprino e esterco bovino, observados aos 180, 240, 300 e 360 DAP (Dias Após o Plantio).



T1 = Sem Esterco; T2 = 30 t ha⁻¹ de esterco caprino; T3 = 60 t ha⁻¹ de Esterco caprino; T4 = 15 t ha⁻¹ de Esterco caprino e 15 t ha⁻¹ de Esterco bovino; T5 = 30 t ha⁻¹ de Esterco bovino; T6 = 60 t ha⁻¹ de Esterco bovino; T7 = 30 t ha⁻¹ de Esterco caprino e 30 t ha⁻¹ de Esterco bovino. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Figura 5. Valores médios de altura de planta da palma forrageira aos 180, 240, 300 e 360 dias após o plantio.

Quando se aplicou o teste de Tukey a 5% de probabilidade, observou-se que a palma forrageira apresentou uma altura média de 64,45 cm, correspondendo a um aumento médio no

crescimento em altura de 31,90 cm ou 49,44% e médias respectivas de AP de 60,11 cm e 87,83 cm para menor e maior alturas, aos 360 DAP (Figura 5).

Resultado diferente do observado na pesquisa foi obtido por Leite (2009), estudando a altura de plantas de oito clones de palma forrageira submetida a diferentes tipos de adubação no semiárido paraibano, ao verificar que a adubação orgânica não exerceu influência significativa ($p \geq 0,05$) na *Opuntia ficus-indica*, variedade gigante, quando mensurada aos 1000 DAP.

Ferreira et al. (2003), trabalhando com características morfológicas de palma forrageira, observaram altura máxima e mínima da planta de 122,9 e 70,2 cm, em clones colhidos com dois anos de idade. Esses resultados destoam dos alcançados nesta pesquisa, ao se considerar que os valores obtidos no presente estudo para AP, referem-se às observações feitas na palma até a idade de um ano.

4.3 Largura de cladódio

Constata-se na tabela 8, que os dados referentes à largura de cladódio da palma forrageira em que se administraram os esterco aos tratamentos utilizados na pesquisa, não apresentaram diferença estatística significativa aos 180 e 240 DAP ($p \geq 0,05$), quando realizada a análise de variância. Porém, aos 300 e 360 DAP observou-se significância nas diferenças entre os tratamentos pelo teste F.

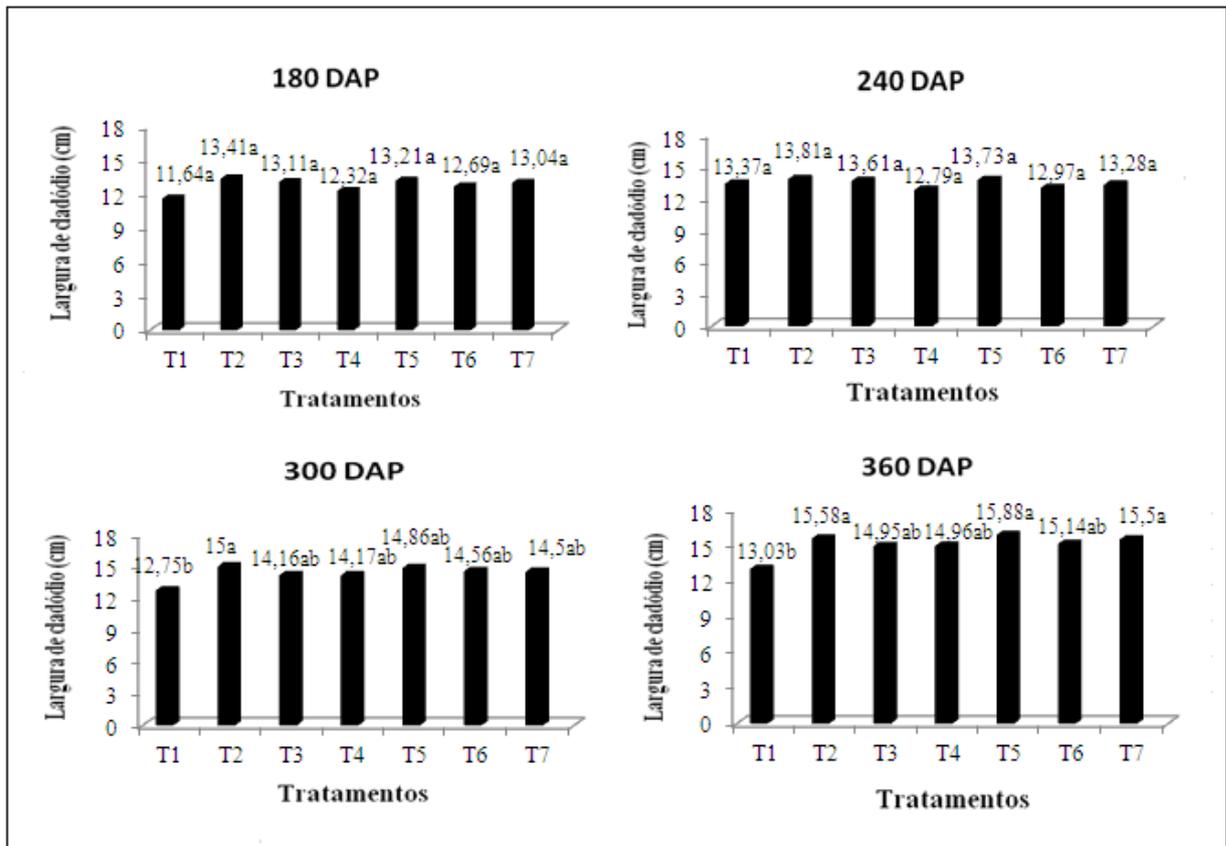
Tabela 8. Dados referentes à largura de cladódio da palma forrageira, em cm, mensurados aos 180, 240, 300 e 360 DAP.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios			
		180 DAP	240 DAP	300 DAP	360 DAP
Blocos	3	1,037	1,414	2,490	1,834
Tratamento	6	1,526 ^{ns}	0,587 ^{ns}	2,235*	3,498**
Resíduo	18	1,157	1,544	0,902	0,839
TOTAL	27				
CV (%)		8,419	9,298	6,649	6,103

ns = não significativo ($p \geq 0,05$); (*) significativo a 5% de probabilidade ($p < 0,05$); (**) significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$).

Ao ser aplicado o teste Tukey a 5% de probabilidade (Figura 6), observou-se que o tratamento adubado com 30 t ha⁻¹ esterco bovino apresentou maior média de LC (15,88 cm), na mensuração aos 360 DAP. Enquanto que os tratamentos com 30 t ha⁻¹ de esterco caprino

obtiveram médias maiores que os submetidos a 60 t ha⁻¹ do mesmo esterco, no período de 180 a 360 DAP, em que foi determinada a largura dos cladódios (Figura 6).



T1 = Sem Esterco; T2 = 30 t ha⁻¹ de esterco caprino; T3 = 60 t ha⁻¹ de Esterco caprino; T4 = 15 t ha⁻¹ de Esterco caprino e 15 t ha⁻¹ de Esterco bovino; T5 = 30 t ha⁻¹ de Esterco bovino; T6 = 60 t ha⁻¹ de Esterco bovino; T7 = 30 t ha⁻¹ de Esterco caprino e 30 t ha⁻¹ de Esterco bovino. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Figura 6. Valores médios de largura de cladódio (LC) da palma forrageira aos 180, 240, 300 e 360 dias após o plantio para os diferentes tratamentos.

Esses valores aproximam-se dos encontrados por Nascimento (2008) em trabalho realizado com palma em Patos (PB), numa altitude de 242 metros, no período compreendido entre dezembro de 2006 a novembro de 2007, numa área de 0,2 ha, com precipitação média anual de 600 mm, em um LUVISSOLO, que encontrou valor de 15,85 cm para maior largura e valor médio de LC de 15,63 cm, aos 333 DAP.

Todavia, os resultados para LC observados no presente estudo, mostram-se inferiores aos alcançados por Silva Neto et al. (2008), em experimento realizado em Teixeira (PB), com palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.), em função do espaçamento e doses de fósforo, cujo valor médio de largura de cladódios foi de 16,03 cm, aos 360 DAP.

4.4 Comprimento de cladódio

Os resultados da análise de variância dos comprimentos de cladódios da palma forrageira, em cm, no intervalo de 180 a 360 DAP, em que os tratamentos receberam adubação com esterco e farinha de osso, estão evidenciados na tabela 9.

Tabela 9. Análise de variância para comprimento de cladódios (CC) da palma forrageira submetida aos tratamentos adubados com esterco, no período de 180 a 360 DAP.

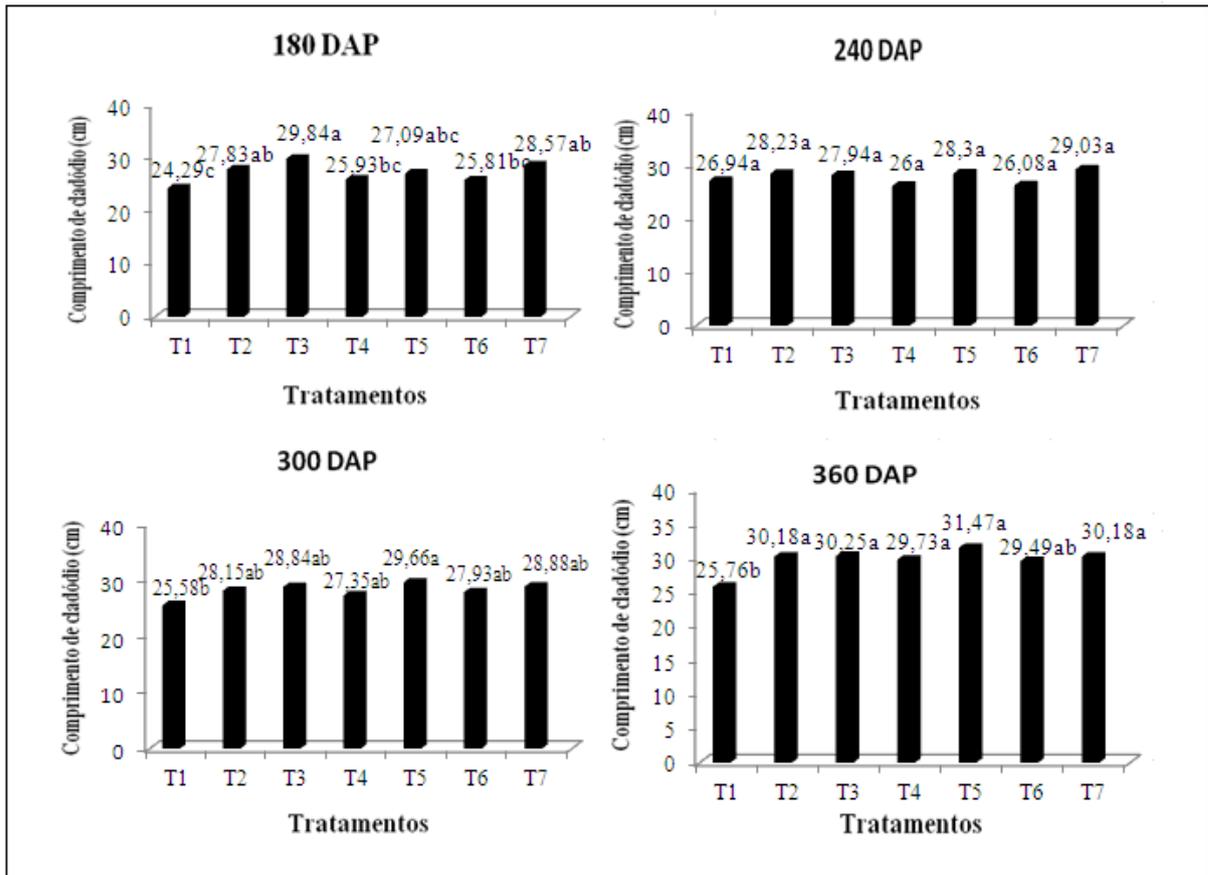
Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios			
		180 DAP	240 DAP	300 DAP	360 DAP
Blocos	3	3,139	4,019	2,080	2,297
Tratamento	6	14,093**	5,525 ^{ns}	7,009*	12,892**
Resíduo	18	1,946	3,213	2,792	2,876
TOTAL	27				
CV (%)		5,15	6,51	5,95	5,73

ns = não significativo ($p \geq 0,05$); (**) Significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$), (*) Significativo a 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Os resultados da análise de variância para CC apresentaram diferença estatística significativa entre os tratamentos ($0,01 > p \geq 0,05$) nas mensurações realizadas aos 180, 300 e 360 DAP, porém esses efeitos não se confirmaram nas determinações feitas aos 240 DAP, ao ser aplicado o teste F.

Quando se realizou o teste de Tukey a 5% de probabilidade, constatou-se que o tratamento que recebeu 30 t ha⁻¹ de esterco bovino teve crescimento médio de CC (31,47) aos 360 DAP, superior a todos os demais tratamentos ao longo do período em que se efetivaram as medições.

A menor média de CC, aos 360 DAP, observada entre os tratamentos foi 25,76 cm e a maior 31,47 referentes aos níveis sem esterco (T1) e 30 t ha⁻¹ de esterco bovino (T5), respectivamente (Figura 7).



T1 = Sem Estercos; T2 = 30 t ha⁻¹ de esterco caprino; T3 = 60 t ha⁻¹ de Esterco caprino; T4 = 15 t ha⁻¹ de Esterco caprino e 15 t ha⁻¹ de Esterco bovino; T5 = 30 t ha⁻¹ de Esterco bovino; T6 = 60 t ha⁻¹ de Esterco bovino; T7 = 30 t ha⁻¹ de Esterco caprino e 30 t ha⁻¹ de Esterco bovino. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Figura 7. Valores médios de comprimento de cladódio (CC) da palma forrageira aos 180, 240, 300 e 360 dias após o plantio para os diferentes tratamentos.

Observando a distribuição mensal das chuvas no período avaliado (Figura 1), percebe-se a ausência de chuvas de setembro a novembro, período correspondente à mensuração aos 240 DAP, quando não se registrou efeito significativo entre as médias dos tratamentos. Esse fato pode ser credenciado às variações climáticas ocorridas nessa fase vegetativa da palma forrageira, corroborando com Sales et al. (2003) ao comentarem que além da genética da planta, as oscilações climáticas exercem influência na largura e ou comprimento dos artículos.

Em estudos realizados em campo nos municípios de São João do Cariri e Teixeira na Paraíba, Sales et al. (2006) e Silva Neto et al. (2008) obtiveram valores de 30,0 cm e 29,81 cm, aos 730 e 360 DAP., respectivamente, similares à média apresentada no presente trabalho.

4.5 Espessura dos cladódios

Para espessura de cladódios da palma forrageira, os resultados obtidos com a incorporação de esterco bovino e caprinos mais farinha de osso, representando os tratamentos, mostram diferença significativa ao nível de 5% ou seja, ($p < 0,05$), conforme é demonstrado na análise de variância da tabela 10.

Tabela 10. Análise de variância para espessura de cladódios da palma forrageira obtidos com as mensurações aos 180, 240, 300 e 360 DAP.

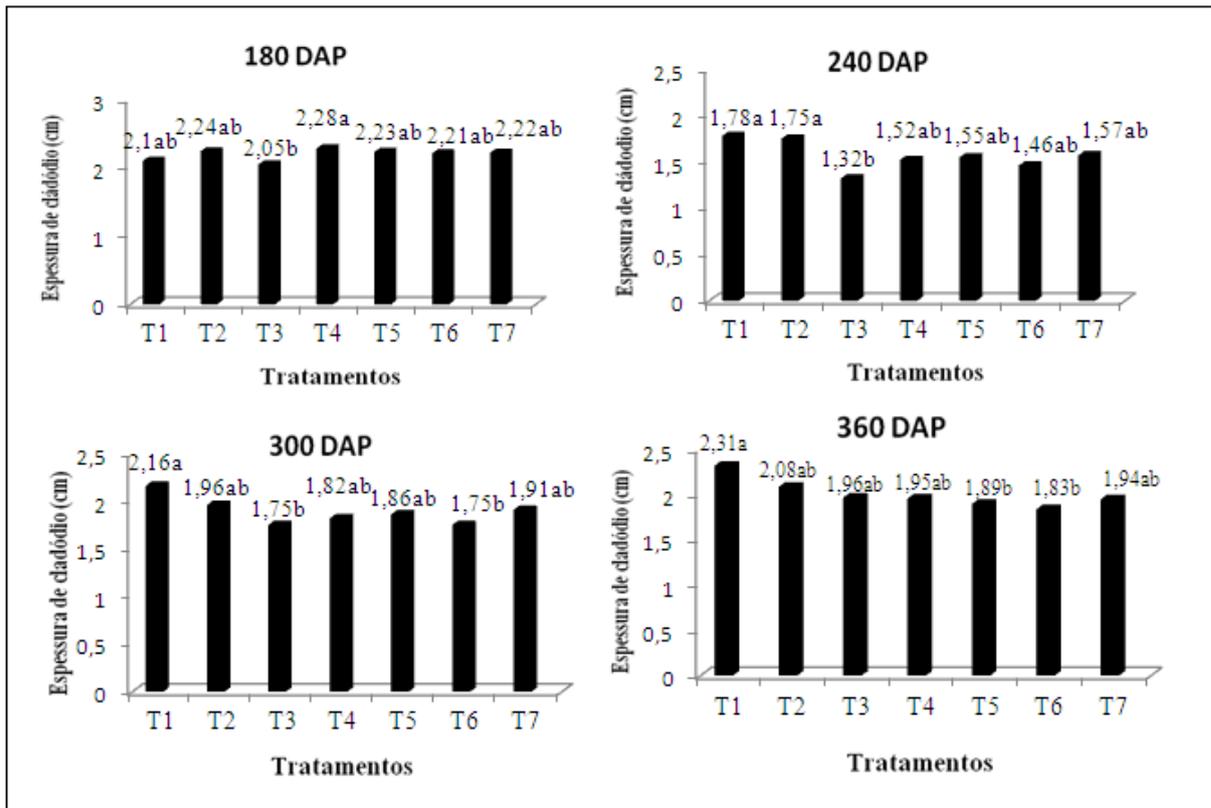
Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios			
		180 DAP	240 DAP	300 DAP	360 DAP
Blocos	3	0,035	0,036	0,182	0,214
Tratamento	6	0,026*	0,101*	0,081*	0,100*
Resíduo	18	0,008	0,029	0,027	0,029
TOTAL	27				
CV (%)		4,32	10,94	8,75	8,64

(*) Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

As médias dos tratamentos observadas aos 180, 240, 300 e 360 dias do período experimental, após ser aplicado o teste de Tukey 5% de probabilidade estão evidenciadas na figura 8. Nesta observa-se que a palma forrageira, objeto do estudo, apresentou média geral para espessura de cladódios, no período de mensuração de 1,90 cm.

Araújo Filho (2000) em experimento realizado em casa de vegetação na UFRPE/Recife, com NEOSSOLO REGOLÍTICO, aos 06 meses de idade, encontrou um valor médio para espessura dos cladódios de 1,02 cm, resultado inferior ao encontrado no presente estudo.

Os dados obtidos no presente estudo foram superiores aos obtidos por Leal et al. (2008) em São João do Cariri (PB), que aos 06 meses de plantio da palma, observou valor médio de 0,60 cm e por 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.



T1 = Sem Esterco; T2 = 30 t ha⁻¹ de esterco caprino; T3 = 60 t ha⁻¹ de Esterco caprino; T4 = 15 t ha⁻¹ de Esterco caprino e 15 t ha⁻¹ de Esterco bovino; T5 = 30 t ha⁻¹ de Esterco bovino; T6 = 60 t ha⁻¹ de Esterco bovino; T7 = 30 t ha⁻¹ de Esterco caprino e 30 t ha⁻¹ de Esterco bovino. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Figura 8. Valores médios de Espessura de Cladódio (EC) da palma forrageira aos 180, 240, 300 e 360 dias após o plantio.

O tratamento sem esterco, chamado de testemunha, apresentou média de EC igual a 2,08 cm. Todavia, evidenciou-se que na medida em se aumentou o nível de esterco, independente da origem, houve um decréscimo nas médias de EC nos tratamentos, com menor ênfase nas misturas de esterco.

4.6 Perímetros dos cladódios

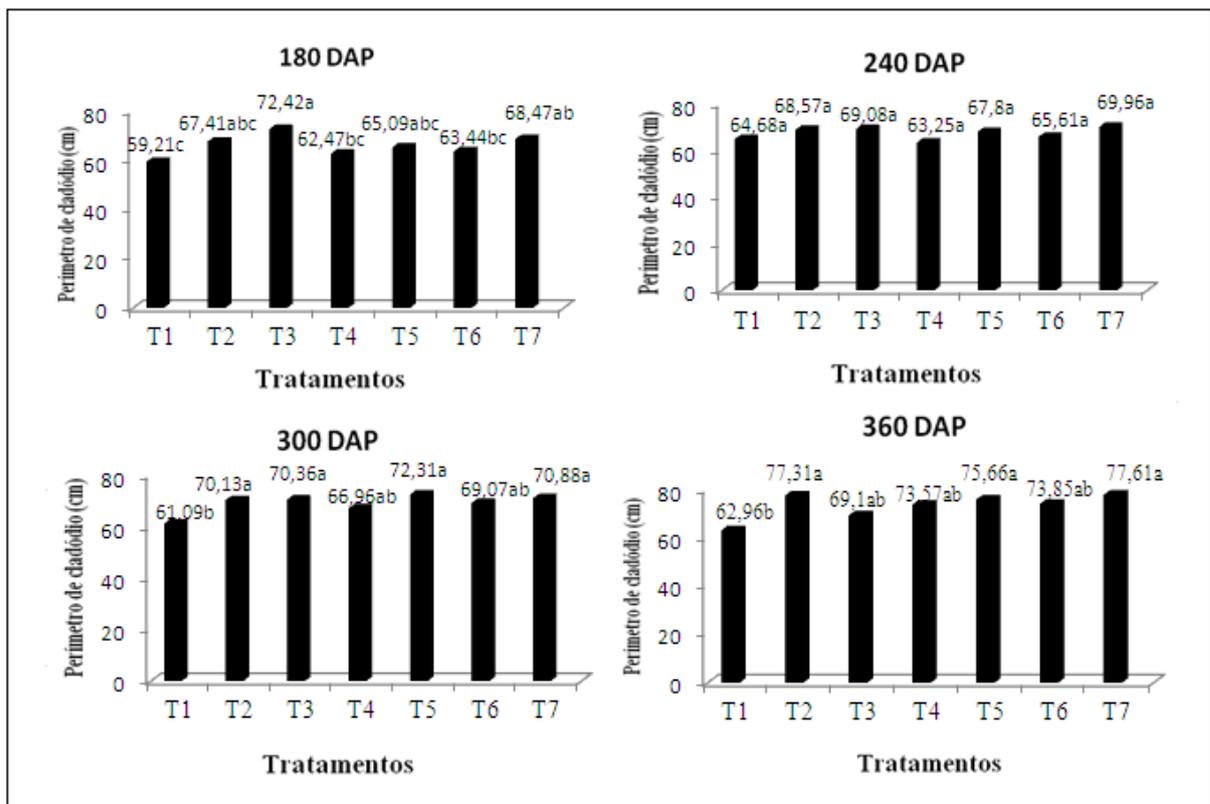
Na tabela 11, são apresentados os resultados de perímetro de cladódios (PC) da palma forrageira submetida a adubação com esterco, mensurados aos 180, 240, 300 e 360 DAP. Com base na análise de variância, observou-se que não houve diferença estatística ($p \geq 0,05$) entre os tratamentos avaliados aos 240 DAP, diferentemente das medições feitas nos demais períodos, quando se constatou diferenças aos níveis de 1% e 5% pelo teste F.

Tabela 11. Análise de variância dos dados de perímetro de cladódios da palma forrageira, mensurados aos 180, 240, 300 a 360 DAP.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios			
		180 DAP	240 DAP	300 DAP	360 DAP
Blocos	3	56,401	10,256	7,948	5,389
Tratamento	6	75,675**	25,055 ^{ns}	55,684*	105,216**
Resíduo	18	14,564	15,911	14,679	23,895
TOTAL	27				
CV (%)		5,82	5,95	5,57	6,69

ns - não significativo ($p \geq 0,05$); (**) Significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$); (*) Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F

Na figura 9, são apresentados os valores médios encontrados para o perímetro de cladódio da palma forrageira, onde se verifica 77,61 cm como o maior valor para PC determinado aos 360 DAP quando aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade, para os diferentes tratamentos.



T1 = Sem Esterco; T2 = 30 t ha⁻¹ de esterco caprino; T3 = 60 t ha⁻¹ de Esterco caprino; T4 = 15 t ha⁻¹ de Esterco caprino e 15 t ha⁻¹ de Esterco bovino; T5 = 30 t ha⁻¹ de Esterco bovino; T6 = 60 t ha⁻¹ de Esterco bovino; T7 = 30 t ha⁻¹ de Esterco caprino e 30 t ha⁻¹ de Esterco bovino. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

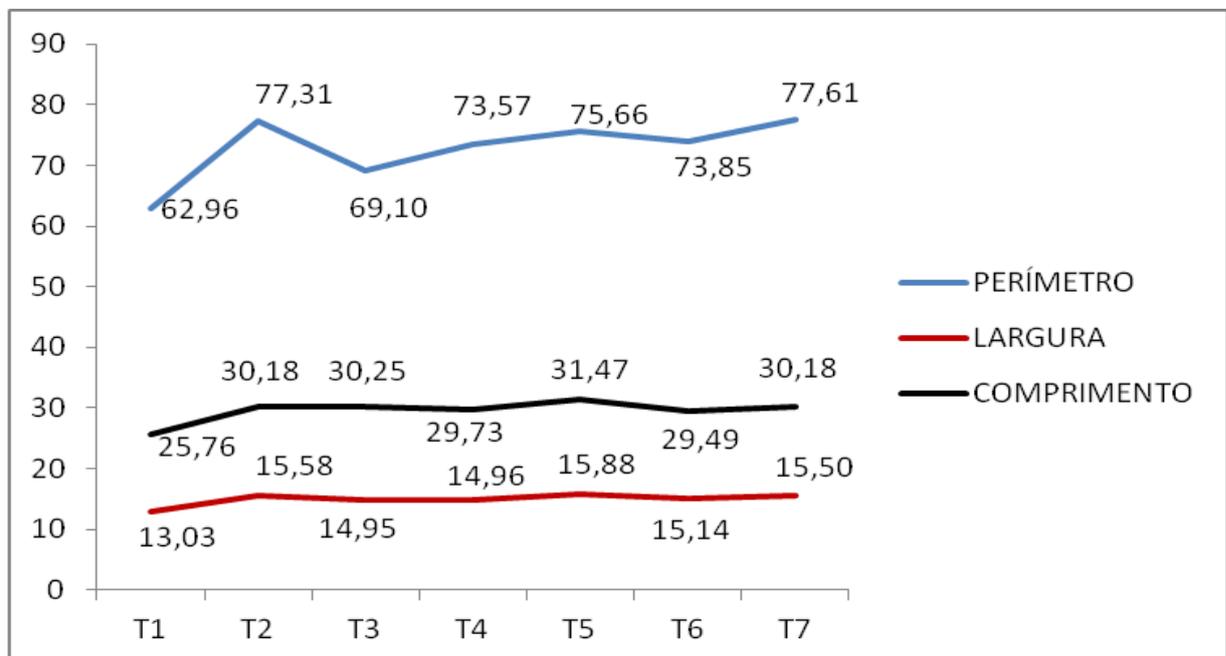
Figura 9. Valores médios de perímetro de cladódio (PC) da palma forrageira aos 180, 240, 300 e 360 dias após o plantio.

O crescimento médio de PC, constatado no período de avaliação no presente trabalho foi de 7,47 cm ou 11,43% com variação entre 5,47 cm ou 8,35% a 9,14 cm ou 13,95 % para o menor e o maior valor, respectivamente.

Araujo Filho (2000), em trabalho conduzido em casa de vegetação em Recife (PE), obteve valor médio para perímetro de cladódio de 82,65 cm, superior aos encontrados na presente pesquisa. Certamente este resultado pode estar vinculado ao fato de que o ambiente no qual foi conduzido o experimento propiciou certos controles dos fatores climáticos.

Andrade (2009), estudando a evolução do crescimento da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em função do adensamento e adubação com farinha de osso, em condições de campo, no município de Patos PB, obteve valores do perímetro médio dos cladódios durante o período experimental, de 74,02 cm, quando mensurados aos 510 DAP. Este dado se assemelha aos resultados determinados para média de PC observada nesta pesquisa.

Para o perímetro de cladódio, determinado aos 360 DAP não se observou relação com a largura e comprimento de cladódio mensurados no mesmo período (Figura 10), conforme equação utilizada para determinar perímetros de superfícies retangulares e elipsóides, $2 \text{ largura} + 2 \text{ comprimento}$ e $\pi (\text{largura} + \text{comprimento})$ respectivamente.



T1 = Sem Esterco; T2 = 30 t ha⁻¹ de esterco caprino; T3 = 60 t ha⁻¹ de Esterco caprino; T4 = 15 ha⁻¹ de Esterco caprino e 15 t ha⁻¹ de Esterco bovino; T5 = 30 t ha⁻¹ de Esterco bovino; T6 = 60 t ha⁻¹ de Esterco bovino; T7 = 30 t ha⁻¹ de Esterco caprino e 30 t ha⁻¹ de Esterco bovino.

Figura 10. Relação perímetro com largura e comprimento de cladódio.

4.7 Área de cladódios

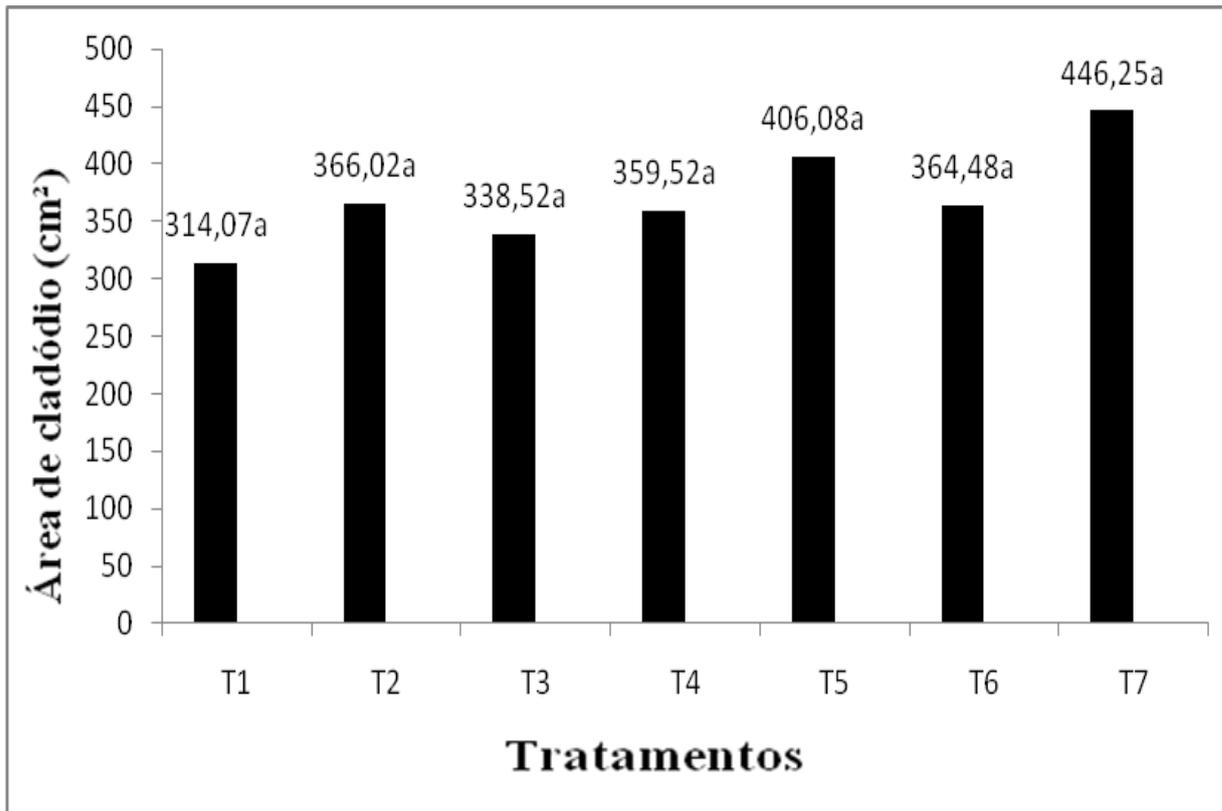
Na Tabela 12 estão evidenciados os resultados referentes à área de cladódios da palma forrageira submetida à adubação com esterco caprino e esterco bovino, mensurados aos 365 DAP utilizando-se um planímetro mecânico. A análise de variância revelou estatisticamente, que não houve diferença significativa ($p \geq 0,05$) entre as médias dos tratamentos, objeto deste estudo, quando aplicado o teste F.

Tabela 12. Resultado da análise de variância dos dados referentes á áreas de cladódios (AC), em cm^2 , da palma forrageira.

Fonte de Variação	GL	Q.M.	F
Bloco	3	1762,168	0,5954 ^{ns}
Tratamento	6	3231,586	1,0918 ^{ns}
Resíduo	18		
Total	27		

ns = não significativo ($p \geq 0,05$)

Ao ser aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, embora não tendo sido registrado significância entre as médias dos tratamentos, porém observando os valores médios, nota-se que à medida em que se aumentou a quantidade de esterco por hectare, houve uma diminuição no valor de crescimento médio, das áreas de cladódios. Quando se utilizou as duas fontes de matéria orgânica no mesmo tratamento, a tendência de decréscimo se manteve, porém com uma menor diferença (Figura 11).



T1 = Sem Esterco; T2 = 30 t ha⁻¹ de esterco caprino; T3 = 60 t ha⁻¹ de Esterco caprino; T4 = 15 ha⁻¹ de Esterco caprino e 15 t ha⁻¹ de Esterco bovino; T5 = 30 t ha⁻¹ de Esterco bovino; T6 = 60 t ha⁻¹ de Esterco bovino; T7 = 30 t ha⁻¹ de Esterco caprino e 30 t ha⁻¹ de Esterco bovino.

Figura 11. Valores médios de área de cladódios (AC), de palma forrageira, determinação por planímetro mecânico, aos 365 dias após o plantio.

Resultado diferente do encontrado neste estudo foi observado por Viana et al. (2008), ao avaliar o índice de área de cladódios de oito variedades de palma forrageira, aos 1000 DAP com adubação orgânica e mineral, no semiárido paraibano, encontrando aumento significativo para AC em resposta à adubação. Sendo que a adubação orgânica proporcionou maior AC (269,04 cm²) do que a adubação mineral (266,04 cm²), enquanto que a adubação organo-mineral superou as duas anteriores (280,66 cm²).

Oliveira Jr., et al. (2009), estudando crescimento vegetativo da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*) em função do espaçamento no semiárido paraibano relataram que a variação da área de cladódio ao longo do tempo depende das condições edafoclimáticas, do cultivar e da densidade populacional, entre outros fatores e que geralmente, a área de cladódio aumenta até um máximo, decrescendo após algum tempo. Essa, possivelmente seria a explicação plausível para o presente estudo.

4.8 Produtividade da palma forrageira

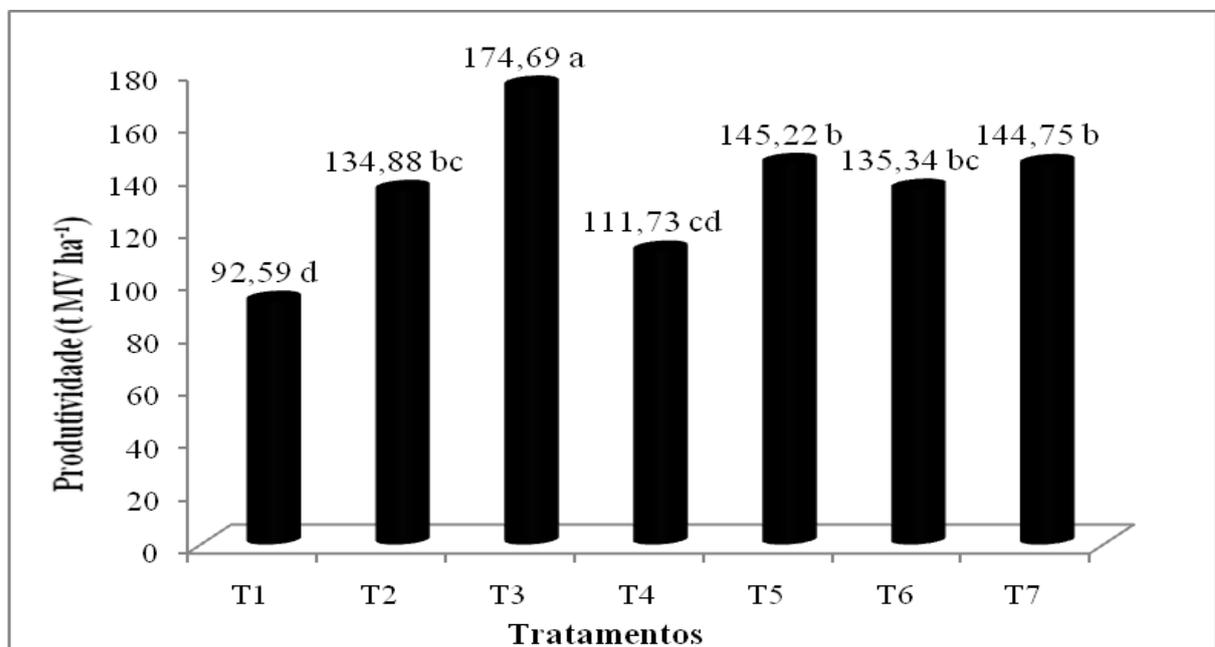
A produtividade da palma ao nível de campo foi influenciada significativamente a 1%, ($p < 0,01$) em face do incremento de esterco aplicados pelos tratamentos, de acordo com o teste F (Tabela 13).

Tabela 13. Análise de variância dos dados da produtividade de biomassa da palma forrageira submetida à adubação com esterco caprino e bovino.

Fonte de Variação	GL	Q.M.	F
Bloco	3	122,33	0,37 ^{ns}
Tratamento	6	7191,15	22,31**
Resíduo	18		
Total	27		
CV (%)	8,26		

ns = não significativo ($p \geq 0,05$); (**) Significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

A produtividade máxima da palma, no presente estudo foi 174,69 toneladas de matéria verde por hectare, obtida com o emprego de 60 t ha⁻¹ de esterco caprino, como pode ser observado na figura 12.



T1 = Sem Esterco; T2 = 30 t ha⁻¹ de esterco caprino; T3 = 60 t ha⁻¹ de Esterco caprino; T4 = 15 t ha⁻¹ de Esterco caprino e 15 t ha⁻¹ de Esterco bovino; T5 = 30 t ha⁻¹ de Esterco bovino; T6 = 60 t ha⁻¹ de Esterco bovino; T7 = 30 t ha⁻¹ de Esterco caprino e 30 t ha⁻¹ de Esterco bovino

Figura 12. Produtividade da palma forrageira t MV ha⁻¹ (Tonelada de matéria verde por hectare).

O tratamento, com 30 t ha⁻¹ de esterco bovino, proporcionou a segunda maior produção (145,22 t MV ha⁻¹), porém quando se empregou 60 t ha⁻¹ desse mesmo adubo, a produção apresentou queda (135,34 t MV ha⁻¹).

Resultado diferente do encontrado no presente estudo foi obtido por Araújo et al. (1974) ao verificarem os efeitos da fonte e de seis níveis de adubação orgânica sobre a produção da palma gigante em Arcoverde-PE (Agreste). Esses autores observaram que a resposta ao esterco bovino foi superior à de caprinos, sendo a produção de matéria verde, para plantas com esterco bovino, colhida a cada quatro anos, de 109,4; 110,3; 126,7; 135,4; 164,4 e 163,9 t ha⁻¹, correspondente a 0, 5, 10, 15, 20 e 25 t ha⁻¹ de esterco bovino respectivamente. Ocorreu aumento de produtividade até 20 t/ha de esterco, tendo ocorrido um ganho de produtividade de aproximadamente 50%, com este nível.

4.9 Estimativa de água na palma forrageira

Os resultados da quantidade de água estimada por hectare de palma forrageira adensada, em função dos teores de MS (g kg⁻¹) e da produtividade (t MV ha⁻¹) para cada tratamento, submetido à adubação com esterco caprino e esterco bovino estão apresentados na tabela 14.

Tabela 14. Quantidade de água em um hectare de palma por tratamento utilizando esterco caprino e bovino.

Fatores	Água na Palma			
	MS (g kg ⁻¹)	Prod. (t MV ha ⁻¹)	Prod. MS (t ha ⁻¹)	Água (m ³ ha ⁻¹)
Sem Esterco	77,9	92,59	7,21	85,38
30 t ha ⁻¹ Ec	91,0	134,88	12,27	122,61
60 t ha ⁻¹ Ec	83,1	174,69	14,52	160,17
15 t ha ⁻¹ Ec + 15 t ha ⁻¹ Eb	90,4	111,73	10,10	101,63
30 t ha ⁻¹ Eb	94,4	145,20	13,71	131,51
60 t ha ⁻¹ Eb	89,9	135,34	12,17	123,17
30 t ha ⁻¹ Ec + 30 t ha ⁻¹ Eb	93,0	144,75	13,46	131,29

Prod. = produtividade; Ec = Esterco caprino; Eb = Esterco bovino.

O teor médio de água estimado na palma forrageira foi de 122,25 m³ ha⁻¹. Porém, a maior quantidade de água por hectare (160,17 m³ ha⁻¹) foi obtida quando se aplicou 60 t ha⁻¹ de esterco caprino, enquanto que o segundo maior volume (131,51 m³ ha⁻¹), foi obtido com 30 t ha⁻¹ de esterco bovino, corroborando diretamente com os valores para produtividade de

matéria verde (174,69 t ha⁻¹ e 145,20 t ha⁻¹) e inversamente ao teor de matéria seca (8,31 g kg⁻¹ e 9,44 g kg⁻¹), respectivamente (Tabela 14).

O grande volume de água encontrado na palma forrageira é ressaltado por Santos et al. (2006), ao se referir a palma como um alimento de grande importância para os rebanhos, notadamente nos períodos de estiagens prolongadas, pois além de fornecer um alimento verde, supre grande parte das necessidades de água dos animais na época de escassez.

4.10 Análise econômica

Os custos operacionais de cada alternativa técnica, observados na área experimental, dimensionada em 0,10 ha⁻¹, somaram o valor total de R\$ 995,50 (Novecentos e noventa e cinco reais e vinte e cinco centavos) e foram sobreestimados para um hectare, conforme tabela 15.

Tabela 15. Custos de Implantação de um hectare de palma forrageira adensada (Sistema com superposição de raquetes).

Especificação	Quant/unid	V. Unitário R\$	V. Total R\$
Preparo do solo			470,00
Destoca	06 homem/dia	25,00	150,00
Aração/Gradagem	02 h/Trator	80,00	160,00
Sulcamento	02 h/Trator	80,00	160,00
Insumos			8.532,50
Raquetes/sementes (+ 5%)	58.325 und.	0,10	5.832,50
Adubo Orgânico (esterco)	60 t	30,00	1800,00
Farinha de Osso Autoclavada	450 kg	2,00	900,00
Plantio			450,00
Limpeza dos sulcos	02 homem/dia	25,00	50,00
Adubação de Fundação	02 homem/dia	25,00	50,00
Preparo das Raquetes/sementes	04 homem/did	25,00	100,00
Plantio Manual	10 homem/dia	25,00	250,00
Tratos Culturais			500,00
Capinas Manuais 5x/ano	20 homem/dia	25,00	500,00
Total do Orçamento:			9.952,50

A estimativa de produtividade da palma forrageira plantada no sistema adensado, espaçada de 0,10 m x 1,80 m e adubada com esterco e farinha de osso, conjuntamente com os custos de implantação e produção por hectare da palma plantada em três espaçamentos diferentes, estão dispostos na tabela 16.

Tabela 16. Estimativa de custos de produção de palma forrageira plantada em quatro espaçamentos distintos.

Discriminação	Custo (R\$)			
	2,0m x 1,0m	1,0m x 0,25m	1,0m x 0,5m	1,8m x 0,10m
Preparo do solo	502,25	470,00	470,00	470,00
Plantio	272,50	817,50	545,00	450,00
Sementes de palma e transporte	500,00	4000,00	2.000,00	5832,50
Adubação orgânica	900,00	900,00	900,00	1.800,00
Adubação com fósforo	750,00	750,00	750,00	900,00
Capinas	918,00	1124,00	994,50	500,00
Total	3.842,75	8061,5	5.659,5	9.952,50

Salário mínimo de R\$ 545,00 (Maio 2011)

Fonte: Santos et al. (2006).

Na tabela 17 são apresentados os valores do custo de produção de uma tonelada de matéria verde (t MV) de palma após a sua colheita com um ano após o plantio. Observa-se que, mesmo tendo o maior custo de manutenção e colheita, a palma forrageira plantada de modo adensado, no espaçamento de 1,80 m x 0,10m e adubada com esterco caprino e esterco bovino, tem o seu cultivo economicamente viável na medida em que verifica o menor custo por tonelada de matéria verde (R\$ 39,42).

Tabela 17. Estimativa de custo (R\$) de produção de uma tonelada de matéria verde (t MV) de palma forrageira¹.

Espaçamentos (m)	Manutenção e Amortização	Colheita	Custo Total	Produção (t MV/ha)	Custo (R\$/t MV)
2,0 X 1,0	2.343,50	618,25	3.024,75	50	60,49
1,0 X 0,25	3.278,18	1.362,50	4.640,68	100	46,40
1,0 X 0,50	2.684,12	1.021,87	3.705,99	75	49,41
1,80 X 0,10	4.507,00	2.380,15	6.887,15	174,69	39,42

¹ Considerando-se que cada espaçamento implica determinada forma de manejo da cultura, ou sistema de produção, e que os custos de implantação com preparo do solo e plantio devem ser amortizados em 3 colheitas.

Salário mínimo de R\$ 545,00;

Dados adaptados de Santos et al. (2006).

5 CONCLUSÕES

Os níveis de adubação com esterco caprino, esterco bovino e farinha de osso não afetaram o potencial nutritivo da palma forrageira;

A aplicação de estercos promoveu melhoria na qualidade da palma forrageira, apesar disto não ter sido evidenciado estatisticamente;

A produtividade e o custo da tonelada de matéria verde viabilizam economicamente o cultivo da palma forrageira adensada, nas condições propostas nesta pesquisa.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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. S. C. I de; LIRA, M. de A.; SANTOS, M. V. F. dos; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; MELO, J. N. de; FARIAS, I. 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, n. 3, 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.

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, D. K. B. de. FERREIRA, M. de A.; VÉRAS, A. S. C.; et al. Digestibilidade e absorção aparentes em vacas da raça holandesa alimentadas com palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p. 2088-2097, 2002.

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, L. de F. et al. Equilíbrio higroscópico da palma forrageira: Relação com a umidade ótima para fermentação sólida. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 3, p. 379-384, 2005.

ARAÚJO, P.R.B. **Substituição do milho por palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill. e *Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) em dietas completas para vacas em lactação.** 2002.

43f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2002.

ARAUJO, P. E. S. et al. Efeito dos esterco de bovino e de caprino na produção de palma "Gigante" (*Opuntia ficus-indica* Mill). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 11 1974, Fortaleza. **Anais...**Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1974, p.265-266.

ÁVILA, A.A. Productividad del nopal inerme (*Opuntia ficus-indica* var.) bajo condiciones naturales en el Bolson de Mapini; estabelecimentos de experimentos. In: REUNIÓN NACIONAL SOBRE ECOLOGIA, MANEJO Y DOMESTICACIÓN DE LAS PLANTAS UTILES DEL DESERTO, 1., 1980, Monterey. *Memórias...* México, INIF/SARH, 1981. p. 191-195. (INIF. Publicación especial, 31).

BARRIENTOS, P. F.; FLORES, C. V. **Observaciones en un clon de nopal forrajero (*Opuntia ficus-indica* Mill) variedad Copena F1.** Colégio de Postgrado. Mimeografado. Chapingo. México. 1969.

BECERRA RODRIGUEZ, S. **Eficiência fotosintética del nopal (*Opuntia spp.*) em relacion com la orientacion de sus cladodios.** Chapingo, Colégio de Postgraduados, 1975. 69p. Tese de Mestrado.

BISPO, S. V. et al. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.36, n.6, p. 1902-1909, 2007.

BOTELHO, S.M.; RODRIGUES, J.E.L.; VELOSO, C.A.C. Fertilizantes orgânicos. In: CRAVO, M. da S. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Pará.** 2007. p. 69-70.

BRADY, N.C. **Natureza e propriedades dos solos.** 5 ed. New York: John Wiley, 1979. p. 141-168.

CHAGAS, A. J. C. **Palma, o "ouro verde" da caatinga.** Maceió. Mimeografado 1976. 3p.

CARVALHO FILHO, O. M. de. **Silagem de leucena e da gliricídia como fontes protéicas em dietas para vacas em lactação tendo como volumoso a palma forrageira semi-desidratada.** Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1999. 6p. (Comunicado Técnico, 82).

CAVALLARO, J.M.L. **Fertilizantes orgânicos e minerais como fonte de N e de P na produção de rúcula e tomate**. Campinas, IAC, 2006. 39f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Produção Agrícola) – Instituto Agrônômico, 2006.

DOMINGUES, O. **Origem e introdução da palma forrageira no Nordeste**. Recife. Instituto Joaquim Nabuco de Pesquisas Sociais. 1963. 76p.

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.

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.

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), 1980, 316p.

ERNANI, P. R.; GIANELLO, C. Diminuição do Alumínio trocável do solo pela incorporação do esterco de bovinos e de cama de aviário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 7, n. 2, p. 161-165, 1983.

FABRÈGUES, B. P, **Los cactéos forragères dans Nord-Est brésiliens** (Etude ecologique). Paris: Ministère de Affanes. Etrangeres, 1966. 80 p.

FARIAS, I. et al. 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 JR., J.C.B. Estabelecimento e manejo do palmal. In: MENEZES R. S. C.; SIMÓES, 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. 81-88.

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.

FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de Olericultura: Cultura e Comercialização de Hortaliças**. 2a ed. São Paulo, Agronômica Ceres, 1982. 385 p.

FUENTES, R.J. M. 1991. A survey of the feeding practices, costs and production of dairy and beef cattle in northern México. In: Proc. 2nd Annual Texas Prickly Pear Council. Kingsville, TX.

GALINDO, I. C. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; MENEZES, R. S. C. Uso da Palma na Conservação dos Solos. **A palma do Nordeste do Brasil**: Conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Editores: Rômulo S. Menezes, Diogo A. Simões, Everardo V. S. B. Sampaio. – Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2005. 258 p.

GARRIDO, M.S.; SAMPAIO, E.V.S.B. e MENEZES, R.S.C. Potencial de adubação orgânica com esterco no Nordeste do Brasil. In: Menezes, R.S.C. (org.). **Fertilidade do solo e produção de biomassa no semi-árido**. Editora Universitária UFPE, 2008. P. 123 - 140.

GATHAARA, G.N.; FELKER, P.; LAND, M. Influence of nitrogen and phosphorus application on *Opuntia engelmannii* tissue N and P concentrations, biomass production and fruit yields. **Journal of Arid Environments**, v.16, p.337-346, 1989.

GONZÁLEZ, C. L. Potential of fertilization to improve nutritive value of prickly pear cactus (*Opuntia Lindheimeri* Engelm). **J. Arid Environ**, v.16, p. 87-94, 1989.

HILLS, F.S. **Anatomia e Morfologia, Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Roma: FAO Produção e Proteção vegetal, 1995. Tradução (SEBRAE/PB), 2001, p 28-35.

HOFFMANN, W. Etnobotânica. In: **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Roma: FAO, Produção e Proteção Vegetal, 1995. Tradução (SEBRAE/PB), Paper 132, p. 12-14.

INGUE, K. **Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo**. In: Adubação verde no Brasil, Campinas - SP: CARGILL, 1984. p. 232-267.

IPA: CAVALCANTI, J.A. **Recomendações de adubações para o estado de Pernambuco**, p. 6, 1998.

IPA: SANTOS, D. C. dos; FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; SANTOS, M. V. F. dos; ARRUDA, G. P. de; COELHO, R. S. B.; DIAS, F. M.; MELO, J. N. de. Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em Pernambuco. Recife:, 2006. 48p. (IPA. Documentos, 30).

KIMOTO, T. Nutrição e adubação de repolho, couve-flor e brócoli. In: NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS. Jaboticabal, 1983. *Anais*. Jaboticabal, UNESP., p. 149-178, 1993.

LEAL, B. V; PEREIRA, A.; SOARES, P. S; MELLO, M. L. V. L; NUNES, H. P; TORRES, A. S; GONÇALVES, E.S. **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 submetidos a adubações e sistematização de informações em propriedades do Semiárido paraibano.** 2009, 186f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia.

LIMA, M. C. A. et al. Efeito de NPK sobre a produção da palma Gigante, no município de Caruaru, Pernambuco. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 11., 1974, Fortaleza, 1974. *Anais...* Fortaleza: SBZ, 1974. p.290.

MAIA NETO, A.L. Utilização da palma forrageira para produção de leite no semiárido nordestino. *Bahia Agrícola*, v. 5, n. 3, p. 45-49, 2003

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.** Recife, PE: UFRPE. 2002. 52f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2002.

MELO, R.F.; BRITO, L.T. de L.; PEREIRA, L.A. e ANJOS, J.B. dos. Avaliação do Usode Adubo Orgânico nas Culturas de Milho e Feijão Caupi em Barragem Subterrânea. **Rev.Bras. De Agroecologia**, v. 4, n. 2, 2009.

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 semiárido. In: Proceedings of the XXXIV Annual Meeting of the Brazilian of Animal Science, SBZ, Juiz de Fora-MG, p. 231-233, 1997.

MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B. Agricultura sustentável no semi-árido nordestino. In: OLIVEIRA, T. S.; ROMERO, R. E.; ASSIS JR., R. N.; SILVA, J. R. C. S.

(Eds.) Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido. Fortaleza: **SBCS / DCS-UFC**, 2000. p.20-46.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G.A; CAMARGO, F.A.O. (ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo - Ecossistemas tropicais e subtropicais**. Gênese, 1999. p. 1-8.

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

NASCIMENTO, A.C.O.; MATTOS, C.W.; DUBEUX Jr. et al. Desempenho da palma forrageira (*Opuntia fícus indica* Mill) submetida a diferentes níveis de adubação em Sertão-PE. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA UFRPE, 11., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Universidade Federal Rural do Pernambuco, 2002. p.4389-390

NASCIMENTO, J.P. **Caracterização morfométrica e estimativa da produção de *Opuntia – fícus 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: **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. Traduzido por SEBRAE/PB. João Pessoa: SEBRAE/PB, 2001. p. 36-48.

OLIVEIRA Jr, S. et al. Crescimento vegetativo da palma forrageira (*Opuntia fícus-indica*) em função do espaçamento no semiárido paraibano. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.3. n.1. p 7-12, fev. 2009.

OLIVEIRA, F. T. de. et al. **Palma Forrageira: adaptação e importância para os ecossistemas áridos e semiárido**. Revista Verde de Agroecologia, v.5, n.4, p. 27 - 37 outubro/dezembro de 2010.

PETERSEN, S.O.; LIND, A.M.; SOMMER, S.G. Nitrogen and organic matter losses during storage of cattle and pig manure. **J. Agric. Sci.**, v.130: 69-79, 1998.

PIRES, A. A. et al. Efeito da adubação alternativa do maracujazeiro amarelo nas características químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, nº 5 Viçosa sept./oct. 2008.

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

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**. 1ª ed. Piracicaba: FEALQ, 2004, v1, p. 171- 226.

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, 4, p. 395-408, 2005.

RHEINHEIMER, D. S.; ANGHINONI, I.; CONTE, E. Fósforo da biomassa microbiana em solos sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 589-597. 2000.

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 05 de agosto de 2008.

SALES, A. T. et al. Taxa de crescimento relativo de palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n. 1, p.340-346, 2003.

SAMPAIO, E.V.S.B. Fisiologia da palma. In; MENEZES, R.S.C.et al. (eds). **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2005. p. 43-55

SANTOS, M.V.F. et al. Estudo comparativo das cultivares de palma forrageira "Gigante", "Redonda" (*Opuntia ficus-indica* Mill) e Miúda (*Nopalea cochenillifera*, Salm Dyck) na produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 19, n. 6, p. 504-511, 1992.

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. —Gigantell (*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. et al. **A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill. e *Nopalea cochenillifera*, Salm Dyck) em Pernambuco: cultivo e utilização**. Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária. Recife-PE. IPA, 1997. 23p. (IPA. Documentos, 25).

SANTOS, G.M. et al., Características e rendimento de vagem do feijão-vagem em função de fontes e doses de matéria orgânica. *Horticultura Brasileira*, v. 19, n. 1, p. 30 - 35, março, 2001.

SANTOS, D. C. dos; FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; SANTOS, M. V. F.; ARRUDA, G. P.; COELHO, R. S. B.; DIAS, F.M.; WARUMBY, J. F.; MELO, J. N. de. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia e Nopaleia*) em Pernambuco: cultivo e utilização**. Recife: IPA, 2002. 45p. (IPA DOCUMENTOS)

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. 2º ed. Recife: ed universitária da UFPE. p.143-158, 2005.

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

SANTOS, dos J.G.R.; SANTOS, dos E.C.X.R. **Agricultura Orgânica: Teoria e Prática**. Editora da Universidade Estadual da Paraíba, 2008. 228p.

SCHEINVAR, I. **Cactáceas**. Itajaí, Flora Ilustrada Catarinense, 1985. 384 p.

SEBRAE – PB, **Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira**. 2001.

SILVA, C.C.F. da; SANTOS, C. L. **Palma Forrageira (*Opuntia Ficus- Indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes**. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET®, ISSN 1695-7504, Vol. VII, nº 10, Octubre/2006, Veterinaria.org® - Comunidad Virtual Veterinaria.org® - Veterinaria Organización S.L.® España. Mensual. Disponible em <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> y más específicamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101006.html>

SILVA, D. J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 2 ed. 165 p: il. 2007.

SILVA NETO, F. L., et al. **Crescimento da palma forrageira (*Opuntia ficus- indica* Mill.) em função do espaçamento e doses de fósforo**- ZOOTEC, João Pessoa, 2008. 4p.

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

SOUTO, P. C. et al. Decomposição de esterco dispostos em diferentes profundidades em área degradada no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29 n.1 Jan./Fev. 2005.

SOUZA, A. C. Revisão dos conhecimentos sobre as “Palmas forrageiras”. Recife. Instituição, 1966. 41 p (Boletim técnico, 5).

TAIZ, L. ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ª. Edição – Porto Alegre: Artmed, 719 p. 2004.

TEIXEIRA, J.C. et al. Cinética da digestão ruminal da palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* (L.) Lyons- Cactáceae) em bovinos e caprinos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 23, n. 1, p. 179-186, 1999.

TELES, M. M. et al. Efeitos da adubação e de nematicida no crescimento e na produção da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.) cv. Gigante. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.31, n. 1, p. 52-60, 2002.

TELES, M.M. 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, 2004.

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

TURCO, R.F.; BLUME, E. Indicators of soil quality. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 7. SIMPÓSIO BRASILEIRA DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 5.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 2., Lavras, 1998. **Anais**. Lavras, UFLA/SBCS/SBM, 1998. 836p.

VASCONCELOS, A.G.V.; LIRA, M.A.; CAVALCANTI, V.A.L. et al. Micropropagação de palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* - Salm Dyck). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias** v.2, n.1, p.28-31, 2007.

VERHAGEN, A. M.; WILSON, J. H.; BRITTEN, E. J. Plant production in relation to foliage in illumination. **Ann. Bot.** v. 27: p.627-640, 1963.

VIANA, B. L. et al. Influência da Adubação Organo-mineral no índice de área de cladódio em variedades de Palma Forrageira (*Opuntia ficus-indica* e *Nopalea cochenilifera*) no semiárido paraibano. **Associação Brasileira de Zootecnia (ABZ/UFPB)**. João Pessoa, maio 2008.

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

VITTI, G.C. et al.. Fertirrigação: condições e manejo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21., Petrolina, 1995. **Anais**. Petrolina, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. p.195-271.

VILLEGAS MONTER, A.; BARRIENTOS PÉREZ, F. Estudio de poda tipo palmeta x densidade de poblacion em nopal tunera (Lopena T-1). **Avances em la Enseñanza y Investigacion**, 1981. 32.